

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **В.О. Гондлях**

«_____» _____ 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050502 – Інженерна механіка

на тему: Дробарка шокова зі складним хитанням щоки з модернізацією щоки

Виконав студент 4 курсу, групи ЛП – 51(2)
(шифр групи)

Шелюк Олександр Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник д. т. н., проф. Карвацький А.Я.
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультанти з розділів:

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ та ОХОРОНА ПРАЦІ доц. Ковтун І.М.

МОДЕРНІЗАЦІЯ к.т.н., доц. Щербина В.Ю.

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ ст.викл. Борщик С.О.

РЕЦЕНЗЕНТ _____
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у
цьому дипломному
проекті немає запозичень з
праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент Шелюк О. Д.

(підпис)

Київ 2019 рік

Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність 6.050502 – інженерна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Гондлях

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«_____» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Шелюку Олександр Дмитровичу

(П.І.Б.)

1. Тема проекту: Дробарка шокова зі складним хитанням шоки з модернізацією шоки

керівник проекту: проф., д.т.н. Карвацький Антон Янович

затверджена наказом по університету від

2. Строк подання студентом проекту « » _____ 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту : максимальна крупність шматків вихідного матеріалу $D_{\max}=210$ мм, потрібна максимальна крупність шматків $d_{\max}=30$ мм в готовому продукті та продуктивність $Q=15$ м³/год.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

Пояснювальна записка містить текстові частини: «Пояснювальна записка», «Розрахунки» і «Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла». ПЗ включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення й галузь застосування виробу, що проектується», «Технічна характеристика базової машини», «Опис конструкції, її основних частин і принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування модернізованої (розроблюваної) конструкції», «Охорона праці й навколишнього середовища», «Очікувані механіко-економічні показники», «Загальні висновки», «Перелік посилань».

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 5.1. Загальний вигляд машини А1;
- 5.2. Технологічна схема А2;
- 5.3. Вузли деталі машини А2;

- 5.4. Шока дробарки шокової АЗ;
 5.5. 3D модель модернізованої шоки А2;
 5.6. Кондуктор АЗ.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ТБ та ОП	доц. Ковтун І.М.		
Модернізація	доц., к.т.н. Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	ст.викл. Борщик С.О.		

7. Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Отримання завдання для дипломного проекту.		
2.	Проходження переддипломної практики.		
3.	Здійснення пошуку патентів. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.		
4.	Обґрунтування модернізації.		
5.	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»		
6.	Виконання розрахунків.		
7.	Підготовка розділу «Розрахунки»		
8.	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла»		
9.	Робота над кресленнями в CAD-системах COMPAS і SolidWorks.		
10.	Захист дипломного проекту		

Студент

 (підпис)

Шелюк О.Д.

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

 (підпис)

Карвацький А.Я.

(ініціали, прізвище)

ПЕРЕЛІК ВКЛАДЕНЬ

Реферат з ключовими словами (укр. мова)

Реферат з ключовими словами (англійська мова)

Реферат з ключовими словами (російська мова)

Перелік позначень

I Пояснювальна записка до графічної частини /ПЗ/23 с.

II Розрахунки /РР/30 с.

III Технологія машинобудування /ТЕ/16 с.

Список використаних джерел та матеріалів

Додатки

					ЛП51(2).053116.01-70ДП					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Шелюк О. Д.				Дробарка шокова зі складним хитанням щоки з модернізацією щоки			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Карвацький А. Я.							1		
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.										
Затверд.	Гондлях О.В.									

РЕФЕРАТ

Бакалаврський дипломний проект на тему «Дробарка щокова зі складним хитанням щоки з модернізацією щоки», виконав студент групи ЛП-51-2 Шелюк О.Д., керівник - д.т.н. професор – Карвацький А.Я.

Метою дипломного проекту є модернізація конструкції щоки щокової дробарки. Дипломний проект вміщує «Пояснювальну записку», що складається з 5 розділів. Загальний обсяг дипломного проекту становить: 102 с., 18 іл., 3 табл., 29 джерел посилань.

Проект містить опис технологічного процесу для виробництва портландцементу сухим способом, в якому бере участь дробарка щокова, розглянуто її призначення та місце в технологічній схемі.

У проекті виконано літературно-патентний пошук конструкцій щокової дробарки з метою обрання варіанту модернізації щоки дробарки. Модернізація щоки дробарки виконана за рахунок того, що виступи по довжині щоки розташовано щонайменше на двох ділянках, в межах кожної з яких виступи виконано однаковими, еквівалентна висота виступів і крок їх розташування по ширині щоки на кожній з ділянок зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини плити.

Розрахунок на міцність модернізованої щоки (з використанням 3D моделі) дозволяє зробити висновок про те, що запас міцності конструкції вузла дробильної камери щокової дробарки ставить понад 1,25, що повинно забезпечити надійну і тривалу його експлуатацію, який спроектовано за заявкою № u201903683.

З урахуванням покращення механічних характеристик і підвищення контактних напружень, що діють на подрібнюваний матеріал, конструкція модернізованої дробарки може бути рекомендована для підприємств вугільної і металургійної промисловості.

За результатами роботи над дипломним проектом було подано дві заявки на корисну модель та опубліковані тези.

Також у бакалаврському дипломному проекті розглянуто відповідність розроблюваної машини вимогам охорони праці.

Ключові слова: ДРОБАРКА ЩОКОВА, ЩОКА, ДРОБЛЕННЯ, ФУТЕРУВАЛЬНІ ПЛИТИ, МАТЕРІАЛ.

РЕФЕРАТ

Разработан бакалаврский дипломный проект на тему: «Дробилка щековая со сложным колебанием щеки с модернизацией щеки». Дипломный проект выполнил студент группы ЛП-51-2 Шелюк А.Д., руководитель – д.т.н. профессор Карвацкий А.Я.

Целью проекта является модернизация конструкций щеки дробилки. Дипломный проект содержит «Объяснительную записку», которая состоит из 5 разделов. Общий объем дипломного проекта составляет 102с, 18 илл, 3 табл, 29 источников.

Проект содержит описание технологического процесса для производства портландцемента сухим способом, в котором принимает участие дробилка щековая, рассмотрено ее назначение и место в технологической схеме.

В проекте выполнен литературно-патентный поиск конструкций щековой дробилки с целью избрания варианта модернизации щеки дробилки. Модернизация щеки дробилки выполнена за счет того, что выступы по длине щеки расположено как минимум на двух участках, в пределах каждого из которых выступы выполнено одинаковыми, эквивалентная высота выступов и шаг их расположения по ширине щеки на каждом из участков уменьшаются в направлении отдаления от верхней части плиты.

Расчет на прочность модернизированной щеки (с использованием 3D модели) позволяет сделать вывод о том, что запас прочности конструкции узла дробильной камеры щековой дробилки составляет свыше 1,25, что должно обеспечить надежную и длительную его эксплуатацию, который спроектировано по заявке № u201903683.

С учетом улучшения механических характеристик и повышения контактных напряжений, который действуют на измельчаемый материал, конструкция модернизированной дробилки может быть рекомендована для предприятий угольной и металлургической промышленности.

По результатам работы над дипломным проектом было подано две заявки на полезную модель и опубликованы тезисы.

Также в бакалаврском дипломном проекте рассмотрено соответствие разрабатываемой машины требованиям охраны труда.

Ключевые слова: ДРОБИЛКА ЩЕКОВАЯ, ЩЕКА, ДРОБЛЕНИЕ, ФУТЕРОВОЧНЫЕ ПЛИТЫ, МАТЕРИАЛ.

ABSTRACT

A bachelor's graduation project on the topic: "Jaw crusher with a complex jitter oscillation with a cheek modernization" was developed. The project was done by student of the LP-51-2 group Shelyuk O., the head - DScTech Karvatsky A.Ya.

The aim of this project is crusher cheek modernization. Bachelor's thesis contains "Explanatory note" which consists of 5 chapters. Total size of the graduation project is 102 p, 18 ill, 3 tables, 29 sources.

The project contains description of technological process for producing of portland cement by the dry method, in which jaw crusher takes part, its purpose and place in the technological scheme are considered.

Literary-patent search of jaw crusher constructions was conducted in the project to in order to select the option of upgrading the crusher cheek. Modernization of the crusher's cheek is done due to the fact that the protrusions along the cheek are located in at least two sections, within each of which the protrusions are the same, the equivalent height of the protrusions and their pitch along the width of the cheek on each of the sections decreases in the direction of distance from the top slabs.

Calculation of the strength of the modernized cheek (using a 3D model) allows us to conclude that the margin of safety for the design of the crushing chamber of the jaw crusher is over 1.25, which should ensure its reliable and long-term operation, which was designed according to application No. u201903683.

Taking into account the improvement of mechanical characteristics and increase of contact stresses, which act on the material being crushed, the design of the upgraded crusher can be recommended for the enterprises of the coal and metallurgical industries.

According to the results of the work on the graduation project, two applications for a utility model were submitted and abstracts were published.

Also in the bachelor thesis project the compliance of the machine being developed with the requirements of labor protection is considered.

Key words: JAW CRUSHER, CHEEKS, CRUSHING, LAYING PLATES, MATERIAL.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

D_{\max} -максимальна крупність шматків вихідного матеріалу, мм;

B - ширина приймального отвору ,мм;

b -ширина вихідної щілини, мм;

n -частоти обертання вала, об/сек;

N – потужність електродвигуна, кВт;

J - момент інерції маховика, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$i_{\text{общ}}$ - загальне передатне відношення;

$n_{\text{дв}}$ - кількість обертів вала електродвигуна, об/сек;

V - швидкість паса, м/с;

Z - кількість пасів, шт.;

P -зусилля дроблення ,Н:

$F_{\text{дроб}}$ - активна площа дробильної плити, мм^2 ;

σ_p -розтягуючі напруги, МПа;

σ_u -напруження згину, МПа;

M_u - згинаючий момент, $\text{кН} \cdot \text{м}$;

S_b - границя міцності матеріалу на згин, Нм^2

τ -напруження кручення, МПа;

a -міжосьова відстань, мм;

					ЛП51(2).053116.01-70ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему:
«Дробарка шокова зі складним хитанням щоки
з модернізацією щоки»

Київ

2019

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1 Опис технологічного процесу	3
2 Технічна характеристика базової машини.....	5
3 Опис конструкції та принцип дії	6
4 Літературний та патентний огляд.....	9
4.1 Літературний огляд	9
4.2 Патентний пошук	10
4.3 Опис запропонованої корисної моделі.....	13
5 Охорона праці	15
ВИСНОВКИ	23

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Дробарка шокова зі складним хитанням шоки	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Шелюк О.Д.							
Перевір.		Карвацький А. Я.					1	23	
Реценз.						КПІ ім. І. Сікорського			
Н. Контр.									
Затверд.		Гондляр О.В..							

ВСТУП

Метою дипломного проекту є проектування та модернізація конструкції щокрової дробарки зі складним хитанням щоки, виявлення конструктивних переваг та недоліків. Також для обраної базової та модернізованої машини з її технічними характеристиками провести розрахунки, які підтверджують працездатність машини.

Дробарки щокрові застосовуються найчастіше в промисловості будівельних матеріалів для крупного і середнього дроблення твердих матеріалів в основному гірських порід.

Основними відмінностями щокрових дробарок є простота та надійність конструкції і нескладність в обслуговуванні. В щокрових дробарках дроблення відбувається між рухомою та нерухомою щоками за рахунок прикладання сили до шматків матеріалу. Особливістю щокрової дробарки зі складним хитанням щоки є те, що матеріал не просто роздавлюється, а й стирається за рахунок складного руху щоки.

У дипломному проекті виконано такі розробки:

- схема технологічного процесу де застосовується дробарка щокрова зі складним хитанням щоки. Дробарка використовується з метою підготовки вапна до гомогенізації в першому етапі подрібнення;
 - технічні характеристики базової машини;
 - аналіз конструкції та схема роботи , а також розглянуті переваги та недоліки конструкції дробарки зі складним хитанням щоки;
 - модернізація щоки дробарки щокрової зі складним хитанням щоки.
- Проведено розрахунок на міцність запропонованої модернізації.

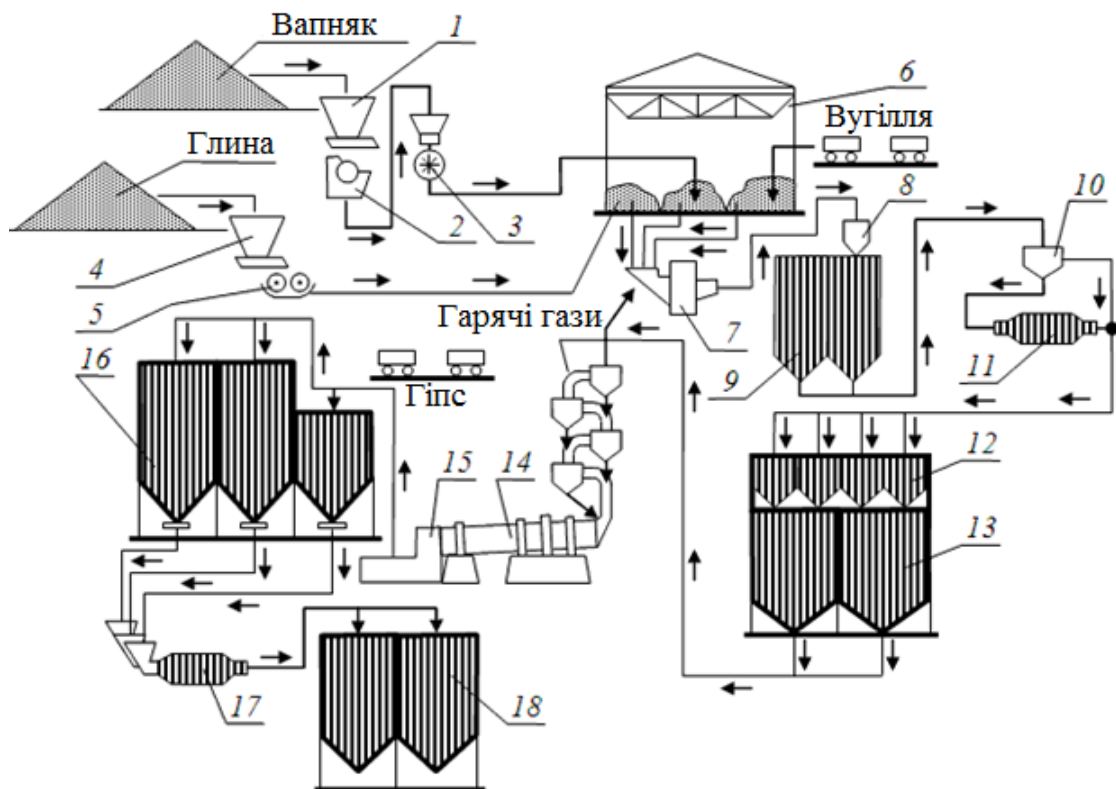
					<i>ЛП51(2).053116.01-70ПЗ</i>	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Опис технологічного процесу

Дробарки щоківі зі складним хитанням щокі використовуються в промисловості для середнього і дрібного подрібнювання мало абразивних гірських порід, а також в технологічних лініях багатьох виробництв.

Розглянемо використання щоквої дробарки зі складним хитанням щокі в технологічній лінії виробництва портландцементу сухим способом [1].

В даній технологічній лінії дробарка забезпечує дроблення вапняка (рисунок 1.1).



1 - бункер вапна; 2 - щоква дробарка; 3 - молоткова дробарка; 4 - бункер глини; 5 - валкова дробарка; 6 - об'єднаний склад сировини; 7 - млин «Аэрофол»; 8 - циклонний осаджувач; 9 - проміжний силос; 10 - сепаратор; 11 - млин; 12 - гомогенізаційний силос; 13 - запасний силос; 14 - піч з циклонними теплообмінниками; 15 - холодильник; 16 - склад клінкеру і добавок; 17 - млин; 18 - цементний силос.

Рисунок 1.1 – Технологічна схема одержання цементу сухим способом

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

На початку технологічного процесу вапняк з гірничо-видобувного кар'єра транспортується на виробництво портландцементу, після чого завантажується і зберігається в бункері вапна 1. З бункера вапно потрапляє до щоклової дробарки зі складним хитанням щокло 2, в якій дробиться до шматків розміром 30 мм. Для одержання меншої фракції вапна, після дробарки щоклової його транспортують до молоткової дробарки 3. Готове подрібнене вапно потрапляє в об'єднаний склад сировини.

Глина з кар'єра транспортується до бункера глини 4, з якого потрапляє до валкової дробарки 5, в якій перемішується, далі транспортується в об'єднаний склад сировини.

З об'єднаного складу сировини 6 глина, вапно, а також вугілля транспортуються в млин самоподрібнення «Аерофол» 7, де відбувається перемішування та додаткове самоподрібнення, та якщо вологість отриманої суміші перевищує 8 %, то відбувається сушіння суміші за рахунок підводу гарячих газів. Отримана суміш транспортується і проходить крізь циклонний осаджувач 8 і потрапляє в проміжний силос 9, в якому зберігається до потрапляння в сепаратор 10, в якому відбувається розділення на фракції. Після сушки матеріали в необхідній кількості та співвідношенні потрапляє до млина сухого помелу 11, у млині відбувається подальше сушіння та тонке подрібнення. Далі транспортується в гомогенізаційний силос 12, потім потрапляючи в запасний силос 13. Отримана суміш транспортується до печі з циклонними теплообмінниками 14 в якій випалюється. Отриманий клінкер охолоджується в холодильнику 15. На складі клінкеру і добавок 16, куди потрапляє отриманий охолоджений клінкер він витримується 3-4 тижні. У млин 17 надходить у відповідній пропорції клінкер з добавками, в якому подрібнюється. Готова цементна суміш транспортується в цементний силос 18, в якому зберігається, на цьому технологічний процес отримання портландцементу сухим способом завершується [2].

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Технічна характеристика базової машини

Для виконання параметричних розрахунків в таблиці 2.1 наведені технічні характеристики дробарки щоклової зі складним хитанням щокло.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики щоклової дробарки

№	Назва параметру	Позначення параметру	Одиниці виміру	Значення
1	Розміри приймального отвору - ширина - довжина	B L	мм	250 500
2	Продуктивність номінальна	Q	м ³ /год	14
3	Максимальний розмір шматка матеріалу	D_{\max}	мм	210
4	Номінальна ширина вихідної щілини	b	мм	30
5	Максимальний діапазон зміни вихідної щілини		мм	+20 -20
6	Потужність електродвигуна	N	кВт	17
7	Частота обертання ексцентрикового вала	n	об/с	6.4
8	Габаритні розміри - довжина - ширина - висота		м	1.40 1.27 1.26
9	Маса		т	2.7

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Опис конструкції та принцип дії

Конструкція дробарки щокової зі складним хитанням щоки є простішою від дробарки з простим хитанням, а також вона має меншу масу.

До конструктивних відмінностей відноситься те, що в дробарці відсутній шатун, а рухома щока -1 встановлюється безпосередньо на приводний ексцентриковий вал-2. Рухома щока фіксується в нижній частині розпірною плитою-5, а розпірна плита в свою чергу через клиновий регулювальний механізм-4 з'єднується з корпусом дробарки. Також в конструкції є повертальний пристрій рухомої щоки-3.

Траєкторія руху щоки дробарки має складну конфігурацію, яка представляє собою у верхній частині замкнуту еліптичну криву, яка має мінімальну різницю осей еліпса, та максимальну у нижній частині траєкторії руху щоки.

Такий складний рух щоки в свою чергу впливає на схему дії сил на шматки матеріалу, який руйнується від роздавлювання та стирання між рухомою та нерухомою щоками дробарки [3].

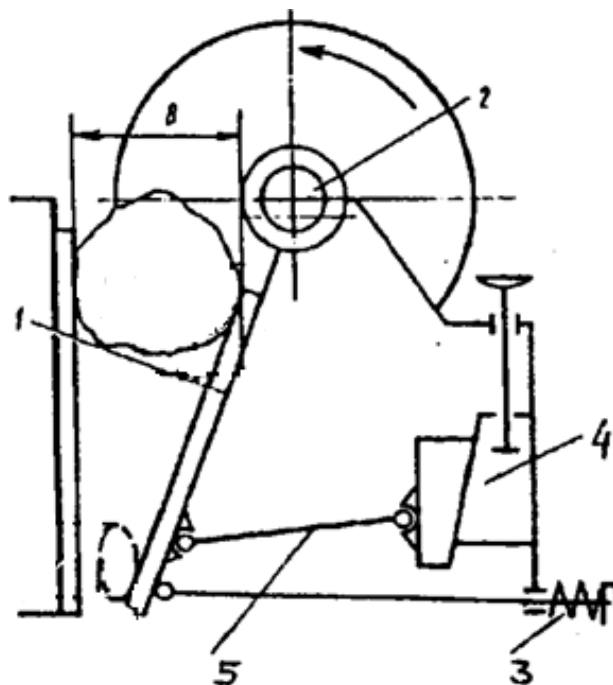


Рисунок 3.1 - Кінематична схема щокової дробарки із складним хитанням рухомої щоки [3]

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

В дробарках щоккових із складним хитанням рухома щока надіта безпосередньо на ексцентриковий вал. Нижній кінець рухомої щоки спирається на розпірну плиту, а задній кінець розпірної плити - сухар регульовального пристрою. Траєкторія руху дробильних органів зумовлює збільшення продуктивності щоккової дробарки, однак викликає також інтенсивне стирання матеріалу, що при дробленні міцних порід призводить до швидкого зносу дробильних плит. Тому для подрібнення міцних порід вигідніше застосовувати дробарки з простим рухом щоки, хоча вони менш продуктивні і мають велику вагу [4].

Дробарки із складним хитанням щоки мають велику вертикальну складову ходу стиснення, що викликає інтенсивне стирання матеріалу в дробильної камері і в зв'язку з цим підвищений знос дроблять плит. Це дещо стримує застосування цих дробарок. Для додання плитам більшої зносостійкості і збільшення терміну служби їх виготовляють зі сталі з вмістом 12-14% марганцю [5].

До основних переваг дробарок щоккових зі складним хитанням щоки відносять: більшу компактність та простору конструкції; робочий хід становить - близько $4/5$ оберту приводного ексцентрикового вала, що підвищує продуктивність і зрівноважує коливання рухомих частин; менші габарити дробарки, в порівнянні з дробаркою з простим хитанням щоки і меншу потужність приводного двигуна що зменшує витрати; шматки матеріалу після подрібнення мають більш округлу форму.

- щоккові дробарки досить прості в експлуатації, а також мають не високу вартість завдяки своїй нескладній конструкції і малій кількості деталей, схильних до швидкого зношування. Обслуговування та ремонт дробарок щоккових мало затратні, при цьому технічно не складні;

- невеликі розміри деяких типів дробарок дозволяють їх легко монтувати і транспортувати, при цьому вони часто використовуються для пересувних дробильних комплексів;

- невибагливі до зовнішніх чинників, тому їх можна експлуатувати в різних умовах;

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- у деяких дробарок розвантажувальною щілиною можна управляти гідравлічним приводом, що дає змогу швидко і просто її регулювати;

- у всіх дробарок щоккових щоки фіксовані, за конструкцією щоки мають охоплюєму форму, це дозволяє зменшити вплив на станину машини [5].

Також у дробарок щоккових є свої конструктивні недоліки: робота дробарки є циклічною тому, що є робочий та холостий хід. Окрім цього щоккові дробарки відрізняються значною енергоємністю процесу. Питома потужність при максимальній ширині розвантажувальної щілини у дробарок зі складним хитанням щоки в межах - 0,8...4,5 кВт/(м³·год), ці показники є в 2...4 рази більші енергоємності дробарок інших типів [6].

- в щоккових дробарках матеріал після дроблення має високу неоднорідність фракції, що в свою чергу призводить до малої ефективності застосування таких дробарок для дрібного дроблення;

- також неможливе їх використання для дроблення пружних або вузьких матеріалів (полімери, деревина, металеві сплави) [6].

- внаслідок великого вертикального ходу рухомої щоки в нижній частині камери дроблення в цих дробарках відбувається інтенсивне стирання дробимого матеріалу, що при дробленні міцних та абразивних матеріалів призводить до більш інтенсивного стирання дробильних плит [7].

					<i>ЛП51(2).053116.01-70ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Літературний та патентний огляд

4.1 Літературний огляд

Дробарка шокова зі складним хитанням щоки має свої переваги та недоліки. До переваг слід віднести: компактність, простота конструкції і умов експлуатації.

Базова конструкція дробарки шокової зі складним хитанням щоки наведена в навчальному посібнику для студентів вищих навчальних закладів [8].

Недоліками даного типу дробарки є неможливість застосування для дроблення пружних матеріалів таких як полімери ,при дробленні міцних та високо абразивних матеріалів відбувається інтенсивне стирання нижньої частини дробильних плит, у подрібненому матеріалі велика кількість зерен різних розмірів.

В огляді найбільшу увагу було приділено останньому недоліку. Тобто підвищенню якості отриманого матеріалу після дроблення завдяки покращенню однорідності фракції, та підвищенню життєздатності дробильних плит. Це підтверджується великою кількістю діючих патентів та винаходів і корисних моделей. Отже це підтверджує актуальність модернізацій які використовуються в конструкціях дробильних елементів шокової дробарки.

					<i>ЛП51(2).053116.01-70ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Патентний пошук

Для покращення якості отриманого матеріалу після дроблення було розглянуто 6 патентів модернізації, та запропоновано власну корисну модель щоки дробарки шокової.

Таблиця розглянутих патентів

№ з/п	Предмет пошуку	Країна видачі, вид та номер документу	Сутність інженерно-технічного рішення
1	Щока дробарки	B02C 1/04 (2006.01) (19) RU (11) 2 365 412 (13) C1	Виконанням рухомий щоки ступінчастою форми, при цьому кут захоплення верхнього ступеня камери дроблення прийнятий меншим допустимої величини, яка відрізняється тим, що розташовані нижче ступені розміщені зі зміщенням їх верхніх кромek в сторону, протилежну від нерухомої щоки, з кутами захоплення, що не перевищують допустиму величину, а геометричні параметри камери дроблення визначаються наступними співвідношеннями: $h < a_1/2, H > a_2 / 2,$ де h - висота перехідної ділянки між суміжними ступенями, H - висота ступеня, a - мінімальна відстань між нижніми крайками ступенів і нерухомою щокою, при цьому кут нахилу до горизонту перехідного ділянки між суміжними ступенями прийнятий рівним куту захоплення згаданих вище ступенів.[9]

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2	Щока дробарки	B02C 1/04 (2006.01) (19) RU (11) 2 272 671 (13) C2	В щоковій дробарці, яка містить нерухому і рухому із ступінчастою формою робочої поверхні щоки, що відрізняється тим, що щоки встановлені під кутом захоплення, великим допустимої величини, а кути захоплення ступенів камери дроблення менше допустимої величини і забезпечують захоплення дробленого матеріалу.[10]
3	Вібраційна плита	B02C 1/02 (2006.01) B02C 1/10 (2006.01) (19) RU (11) 2 633 396 (13) C2	В момент робочого ходу рухомої щоки при тиску шматків гірської породи на плити, встановлені із зсувом по висоті на робочій стороні нерухомої щоки, включають індивідуальні приводи відповідних плит і надають вібраційний вплив на тиснучі на них шматки гірської породи, а при знятті цього тиску привід відповідної плити вимикають, причому кожній плиті надають вібраційний вплив з індивідуальною амплітудою і частотою коливань.[11]
4	Рифлена футеровка щоки	B02C 1/10 (2006.01) (19) RU (11) 135 272 (13) U1	В щоковій дробарці, що містить станину, привід, поворотний механізм, рухливу і нерухому щоки, рифлення плит у вигляді виступів, виконаних зі змінним кроком і висотою, плавно зменшуються від вхідного отвору камери дроблення до вихідного, причому вершини виступів однієї з плит розташовані навпроти западин іншого, зазначені виступи рифлень виконані похило до поздовжньої осі плит зі

			збільшенням кута нахилу і розташовані симетрично щодо неї.[12]
5	Процес виробництва щелепи дробарки з литими цвяхами	№ CN 108624825 А МПК С22С 38/38	Технічною задачею, що вирішується цим винаходом, є подолання недоліків попереднього рівня техніки, забезпечення зносостійкості. Даний винахід має сприятливі ефекти порівняно з попереднім рівнем техніки: через високоміцну сталеву пластину, отриману в процесі виробництва даного винаходу, мікроструктура корпусу високоміцної сталеві пластини є відносно щільною, і твердість є відносно високою.[13]
6	Дробильна плита щоквої дробарки	пат. Росії № 2369438С1, МПК В02С 1/10	Дробильна плита щоквої дробарки, що має плоску тильну поверхню з заглибленнями і робочу поверхню з рифленнями, виконаними у вигляді поздовжньо розташованих прямолінійних паралельних виступів притупленої трапецеподібні, відрізняється тим, що рифлення мають радіусне сполучення похилих поверхонь сусідніх виступів в западинах, крайні по ширині плити рифлення виконані більш масивними, а поглиблення з боку тильної поверхні виконані під кожним рифленням овальними і переривчастими, що мають в поперечному перерізі трикутну форму з округленими западинами.[14]

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

4.3 Опис запропонованої корисної моделі

Найбільш близькою за технічною сутністю до пропонованого рішення є рухома щока щокрової дробарки, виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та спорядженою поздовжніми виступами на плоскій робочій поверхні [пат. Росії № 2369438С1, МПК В02С 1/10, опубл. 10.10.2009][14].

На відміну від аналога, що розглянуто, зазначена дробарка забезпечує підвищені контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку поздовжніх виступів плоскої робочої поверхні. Проте незмінність геометрії й кроку розташування виступів на плоскій робочій поверхнею щоки знижує ефективність дроблення матеріалу під час його просування між рухомою й нерухомою щоками.

В основу запропонованої корисної моделі покладено задачу вдосконалити рухому щоку щокрової дробарки, у якій її нове конструктивне виконання забезпечує високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щоки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками, що істотно збільшує ефективність дроблення, а також надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками.

Поставлена задача вирішується тим, що в рухомій щоці щокрової дробарки, виконаній у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та спорядженою поздовжніми виступами на плоскій робочій поверхні, згідно з запропованою корисною моделлю новим є те, що виступи по довжині щоки розташовано щонайменше на двох ділянках, в межах кожної з яких виступи виконано однаковими, еквівалентна висота виступів і крок їх розташування по ширині щоки на кожній з ділянок зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини плити, при цьому щонайменше в межах однієї ділянки з боку верхньої частини плити висота виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити.

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розташування виступів по довжині щоки щонайменше на двох ділянках, у межах кожної з яких виступи виконано однаковими, а еквівалентна висота виступів і крок їх розташування по ширині щоки на кожній з ділянок зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини плити, забезпечує високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щоки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками (через зменшення частинок матеріалу під час зазначеного просування між рухомою й нерухомою щоками). При цьому виконання виступів щонайменше в межах однієї ділянки з боку верхньої частини плити такими, що їхня висота зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити, забезпечує надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками (на ділянках, віддалених від верхньої частини плити це робити не обов'язково, оскільки матеріал, що перебуває між рухомою й нерухомою щоками з боку верхньої частини плити, унеможлиблює викидання подрібнюваного матеріалу з робочої камери дробарки).

					<i>ЛП51(2).053116.01-70ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Охорона праці

Відповідно до закону України “Про охорону праці”, який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці в Україні проводиться розробка охорони праці.

Щокова дробарка використовується в технологічній лінії виробництва портландцементу сухим способом. В даній технологічній лінії дробарка забезпечує дроблення вапняку.

Оператор, який займається управлінням роботи машини знаходиться в кабінеті розміри якого : $S=15\text{м}^2$, та об'ємом $V=60\text{м}^3$.

Небезпечними та шкідливими виробничими факторами на робочому місці оператора є:

- повітря робочої зони
- виробничий шум
- вібрація
- небезпека враження електричним струмом
- промислове освітлення
- пожежонебезпека

Повітря робочої зони

Джерелом запилення повітря робочої зони є пилоутворення від дроблення та пересипання руди вапняку.

При організації і веденні технологічних процесів дрібнення мікроклімат у робочій зоні виробничих приміщень вміст пилу в повітрі робочої зони не більше ніж 6 мг/м^3 згідно з вимогами ГОСТ 12.1.005-88.

Вузли вивантаження матеріалу повинні мати укриття, приєднані до аспіраційної системи, що виключають можливість виділення запиленого повітря у виробничі приміщення.

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зменшення виділення в атмосферу пилу на цементних заводах застосовують такі заходи: укриття місць з можливим інтенсивним пиловиділенням, рукавні фільтри, електрофільтри, циклони, витяжна вентиляція.

Реалізація цих заходів може бути як автономною, так і комплексно у поєднанні один з одним. У місцях, де пиловиділення в робочі зони незначне, за потреби використовуються індивідуальні засоби захисту органів дихання, водночас як герметичні кабіни для обслуговувального персоналу встановлюються в місцях з високими концентраціями пилу.

Заходи які забезпечують зменшення концентрацію пилу:

- комплексна автоматизація технологічних процесів і дистанційне управління ним;
- герметизацію і аспірацію устаткування;
- влаштування місцевої вентиляції з фільтруванням повітряної суміші;
- використання індивідуальних засобів захисту організму (спецодяг, антисептичні пасти, окуляри, шоломи, маски, протигази та респіратори).
- прибирання приміщень аспіраційним методом.

Тому фактична концентрація 2-3 мг/м³ відповідно до ГОСТ 12.1.005-88.

Шум

Шум при роботі дробарки виникає від дроблення, а також при завантаженні та вивантаженні матеріалу. Джерелами шуму також є вузли машини, електродвигун та пасова передача. Також шум виникає від роботи вентиляції.

Загальний рівень шуму 96 дБА

Залежно від рівня звукового тиску, частоти часових характеристик і деяких інших чинників, в тому числі індивідуальних особливостей людини, шум може справляти на людину негативну дію.

Зміна слухової функції може мати різні стадії - короточасне і стійке зниження гостроти слуху. Короточасне зниження гостроти слуху вказує адаптаційно-приспосувальну реакцію органу слуху на дію шуму. Адаптація до

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шуму виникає тоді, коли гострота слуху тимчасово зменшується на 10-15 дБ, а після припинення дії шуму слух поновлюється протягом 3 хвилин.

На фоні шуму прискорюється процес втоми, послаблюється увага і уповільнюються психічні реакції, внаслідок чого сильний шум за умов виробництва може сприяти виникненню травматизму.

Всередині приміщення гучні ділянки відокремлюють звукоізолюючими стінами, перегородками, акустичними екранами; передбачають звуковбирне облицювання стін, стелі, звукоізолюючі кабінки для обслуговуючого персоналу, закриття найбільш гучних механізмів звукоізолюючими кожухами, установку глушників аеродинамічного шуму (виникає при закінченні повітря з вентиляційних систем, компресорів, при випуску відпрацьованих газів).

Звукопоглинання у виробничих приміщеннях забезпечують облицюванням поверхні стін, стелі звукопоглинальними (пухкими, пористими, ніздрюватими тощо) матеріалами у вигляді плит, полотен, блоків та ін. Звукопоглинальне облицювання зменшує в приміщенні тільки рівень шуму, відбитого від стін, а не від його джерела. Але при цьому відбитий шум може бути зменшений на 6-8 дБ.

Гучні ділянки ізолюють від зони перебування людей огороженнями, перегородками, кожухами. Вони дозволяють знизити рівень шуму на 30-50 дБ. Сутність звукоізоляції полягає у відображенні і поглинанні матеріалами значної частки звукової енергії, в результаті чого за перешкоду надходить її менша частина.

Завдяки застосуванню звукоізоляції фактичний рівень шуму 70 дБА.

До індивідуальних засобів захисту від шуму належать протишумові навушники ПШН-Б які призначені для захисту від дії середньо- та високочастотного шуму з рівнем до 115 дБА, протишумові вкладки, шумозаглушувальні шоломи. Вибір ІЗЗ обумовлюється видом та характеристикою шуму на робочому місці.

З використанням індивідуальних засобів захисту фактичний рівень шуму:

- робоча зона 65 дБА;
- приміщення управління 45дБА;

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до установлених санітарних норм шуму ДСН 3.3.6.037-99

Вібрація

Вібраційна безпека повинна забезпечуватися з дотриманням норм, встановлених ДСН 3.3.6.039-99, в якому наведено гранично допустимі значення вібрації при роботі з віброуючим обладнанням.

Методи вітрозахисту за організаційними ознаками поділяються на колективні та індивідуальні. Колективні методи захисту здійснюються двома способами: 1 – послаблення вібрації в джерелі її виникнення; 2 – зменшення параметрів вібрації на шляхах її розповсюдження від джерела збудження вібрації.

Зниження вібрації машин, полягає, в основному, в зменшенні динамічних процесів, що спричиняються ударами, різкими прискореннями тощо. Усунення дисбалансу обертаючих мас досягається ретельною балансировкою. Крім того, застосовується також вібропоглинання, вібродемфування, віброізоляція, віброгасіння.

Вібропоглинання і демпфування віброуючих машин та окремих їх частин здійснюється за рахунок збільшення втрат енергії в системах, що досягається перетворенням механічної коливальної енергії в інші види.

Фундамент добирають відповідно до маси агрегату, його розраховують так, щоб амплітуда коливань підшви фундаменту не перевищувала 0,1...0,2мм, а для особливо відповідальних випадків 0,005мм.

Для того, щоб коливання не передавались на ґрунт, навколо фундаменту створюють розриви, так звані акустичні шви без заповнення або з заповнювачем жорстко кріпити агрегати до огорожуючих конструкцій будівлі забороняється.

Фактичні показники не перевищують нормативні: вібрація – до 92 дБ при частоті 4 Гц , відповідно до норм встановлених ДСН 3.3.6.039-99.

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Небезпека враження електричним струмом

Робоче приміщення оператора відноситься до приміщень підвищеної небезпеки.

Електричне устаткування на установці живиться від 3-х фазної провідної електричної мережі змінного струму з глухо-заземленою нейтральною напругою 220/380 і частотою 50 Гц.

Основні причини враження струмом:

- напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких працюють люди через включення установки;
- виникнення напруги на поверхні землі в результаті замикання проводу;
- виникнення напруги на металевих конструктивних частинах – корпусах, кожухах в результаті пошкодження ізоляції;
- дотик чи наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, які під напругою

Заходами щодо попередження електротравм при змиканнях на корпусі є: захисне заземлення, занулення, захисне відключення.

Опір ізоляції не менше 0.5 МОм.

Ізоляція провідників вимірюється мега омметром.

Заходи і засоби попередження ураження струмом:

- ізоляція струмопровідних частин пульта керування ізолюючим матеріалом – поліхлорвініл (питомий опір 10-4МОм*м, пробивна напруга 6-15 кВ/см)
- розміщення струмоведучих частин на недосяжній висоті або за огорожею.
- електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;
- рубильники відключення замкнені в спеціальних шафах;

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- При роботі з електроінструментом, потрібно застосовувати індивідуальні захисні засоби, такі як діелектричні рукавички і взуття, гумові килимки, ізольовані підставки.

В аварійному режимі виконується занулення згідно ГОСТ 12.1.030-82/92

Забороняється:

- проводити роботи на незанулених вузлах лінії;
- проводити ремонт лінії без вимкнення електричної мережі;
- залишати лінію, що працює без нагляду;
- допускати до роботи людей, які не пройшли навчання і не були ознайомлені з правилами техніки безпеки.

Вимоги до засобів захисту, їх конструкції та обсягів і норм випробувань, порядку застосування і зберігання, комплектування засобами захисту електроустановок та виробничих бригад виконано відповідно до вимог ДНАОП 1.1.10-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів». Засоби захисту, що використовуються, відповідають вимогам чинних державних стандартів.

Промислове освітлення

Світло впливає на психіку людини, на її нервову систему. Природне світло дозволяє робітникам в приміщенні мати зоровий контакт з навколишнім середовищем, а його зміна (залежно від часу, хмарності) усуває монотонність в роботі.

Для освітлення робочого місця оператора використовуються люмінесцентні лампи.

Рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи освітленість 200 лк як, при цьому забезпечується найвища продуктивність праці, найменша втома і мінімум помилок.

Робота з обслуговування устаткування відноситься до VI розділу підрозділу "а", тобто загальне спостереження за технологічним процесом. Для приміщення рекомендована освітленість $E_n = 200$ лк. Для штучного освітлення приміщення

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обираємо стандартну лампу – ЛДЦ-30-4, потужністю 30 Вт, світловий потік якої дорівнює 1450 лм. Кількість ламп N= 7 шт. Еф = 250 лк. Відповідно до ДБНВ 2.5.28-2006.

Пожежна безпека

В приміщенні управління може горіти: електроізоляція, дерев'яні й тканинні матеріали.

Категорія пожежної небезпеки приміщення - В (згідно ОНТП 24-86), клас зони пожежонебезпеки П-Па, ступінь вогнестійкості II (згідно СНиП 2.01.02-85).

Основними причинами виникнення пожеж при виробництві є:

- несправність електроустаткування (коротке замикання, великі перехідні опори, перевантаження);
- розряд атмосферної і статичної електрики;
- самозаймання промасленого устаткування.

Заходи щодо пожежної безпеки підрозділяються на організаційні, технічні й експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають: правильну експлуатацію устаткування, правильний зміст приміщення, протипожежний інструктаж робітників.

До технічних заходів відносять дотримання протипожежної безпеки, правил і норм при проектуванні або установці електроустаткування, опалення, освітлення і вентиляції.

Пульти управління устаткування каменедроблення забезпечені звуковою сигналізацією і аварійними вимикачами всього комплексу. В місцях з підвищеним рівнем шуму, поруч зі звуковою сигналізацією передбачена дублююча світлова сигналізація. З порядком подання сигналів перед пуском устаткування ознайомлені всі робітники, а інструкції по призначенню сигналів вивішені на видних місцях.

Експлуатаційні заходи – це своєчасний огляд і ремонт технологічного устаткування.

					ЛП51(2).053116.01-70ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В приміщеннях встановлені засобами зв'язку та системами пожежної сигналізації та оповіщення.

Використовуються сучасні модулі порошкового пожежогасіння, вони призначені для створення на їх основі швидкодіючих автоматичних установок пожежогасіння, що застосовуються для захисту об'єктів, на яких можливе виникнення пожеж .

Для ручного гасіння пожежі застосовуються вуглекислотний вогнегасник ВВ-5 використовується для гасіння загорянь в електроустановках, які знаходяться під напругою. Ці вогнегасники ємністю відповідно 8 л заповнюються вуглекислотою під тиском біля 7 МПа.

За наявності небезпеки виникнення пожежі класу Е (горіння електроустановок) у цих приміщеннях на ту ж площу встановлюють додатково два вуглекислотні вогнегасники місткістю 8 л (ВВ-8).

Для захисту працівників у випадку виникнення пожежі застосовуються повітряні апарати МПА-4х20(3 шт.) , які призначені для захисту органів дихання і зору від впливу високотоксичного газового середовища при евакуації або проведення рятувальних робіт.

Будівля обладнана запасним виходом (1 м) згідно ДБНВ 1.1.7-02.

					<i>ЛП51(2).053116.01-70ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломного проекту на тему «Дробарка шокова зі складним хитанням шоки з модернізацією шоки» отримано такі результати розробки і проектування дробарки шокової зі складним хитанням шоки середнього дроблення:

1. Описано технологічний процес підготовки вапна у виробництві портландцементу, в якому задіяна шокова дробарка.
2. Проаналізовано технічні параметри та характеристики дробарки шокової; визначено ряд переваг та недоліків.
3. Вивчено принцип роботи і конструкції шокової дробарки середнього дроблення.
4. Проведено літературно-патентний пошук, в результаті якого була визначена модернізація та подано дві заявки на патенти України на корисну модель з модернізації рухомої шоки.
5. Проаналізовано негативні фактори впливу на оператора під час роботи машини та розроблено заходи з охорони праці.

					<i>ЛП51(2).053116.01-70ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки
до дипломного проекту
на тему:
«Дробарка шокова зі складним хитанням шоки
з модернізацією шоки»

Київ

2019

ЗМІСТ

1	Параметричні розрахунки	2
1.1	Розрахунок маховика	7
2	Кінематичні розрахунки	8
3	Розрахунки на міцність	11
3.1	Розрахунок сил в основних елементах дробарки.....	11
3.2	Розрахунок рухомої щоки	14
3.3	Розрахунок ексцентрикового вала.....	16
4	Розрахунки в програмі Fortran	18
4.1	Опис ідентифікаторів програми Fortran.....	18
4.2	Текст програми параметричних розрахунків дробарки щокової зі складним хитанням щоки	19
4.3	Результат програми параметричних розрахунків дробарки щокової зі складним хитанням щоки	20
5	Математичне моделювання напружено-деформованого стану вузла дробильної камери щокової дробарки під час дроблення вапняка	22
5.1	Математична постановка задачі статичної пружності	22
5.2	Вихідні дані.....	25
5.3	Результати числового аналізу НДС вузла дробильної камери щокової дробарки під час дроблення вапняка.....	26
	ВИСНОВКИ	30

					ЛП51(2).053116.01-70PP				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<div>Дробарка щокова зі складним хитанням щоки</div>				
Розроб.	Шелюк О.Д.								
Перевір.	Карвацький А.Я								
Реценз.									
Н. Контр.									
Затверд.	Гондляр О.В.								
					Літ.	Арк.	Акрушів		
						1	30		
					КПІ ім. І. Сікорського				

1 Параметричні розрахунки

Метою параметричного розрахунку є визначення геометричних параметрів дробарки відповідно до технологічних умов та вимог її роботи.

Для визначення початкових даних приймаємо базову машину з її технічними характеристиками. Для виконання параметричного розрахунку необхідними початковими даними є максимальна крупність шматків вихідного матеріалу $D_{\max}=210$ мм, потрібна максимальна крупність шматків $d_{\max}=30$ мм в готовому продукті та продуктивність $Q=15$ м³/год.

Ширина приймального отвору дробарки повинна забезпечити вільний прийом шматків максимальної крупності

$$B = D_{\max} / 0.85 = 210 / 0.85 = 247 \text{ мм} \quad (1.1)$$

Ширина вихідної щілини пов'язана з максимальною крупністю шматків в готовому продукті, та визначається за наступною залежністю

$$b = 0.85 \times d_{\max} = 0.85 \times 30 = 25.5 \text{ мм} \quad (1.2)$$

Визначаємо кут захоплення шматків матеріалу. Він повинен забезпечувати ефективне руйнування матеріалу, а також не бути занадто великим щоб матеріал не виштовхувався з камери дроблення.

На рисунку 1.1 представлена схема дії сил на шматок матеріалу, що подрібнюється і на який діє сила перпендикулярно щіці, представлена вектором P .

Сила тертя f^p перпендикулярна силі P , завжди діє на шматок проти його відносної швидкості v . В тому випадку, коли шматок матеріалу буде виштовхуватись вгору сили будуть діяти так, як представлено на схемі [14].

Якщо маса шматка значно менша від роздавлюючого зусилля прикладеного щодою дробарки, то в такому випадку можна нею практично знехтувати.

Коефіцієнт тертя буде однаковий і рівний f так як матеріал з якого виконані дробильні плити однаковий.

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо сила F , що викликана тертям буде більшою або рівною виштовхувальній силі R , то при стисненні шматки матеріалу не будуть виштовхуватись з камери дроблення (рисунок 1.1):

$$F = fP \cos \frac{\alpha}{2}; 2fP \cos \frac{\alpha}{2} \geq R;$$

$$2fP \cos \frac{\alpha}{2} \geq 2P \sin \frac{\alpha}{2}; f \cos \frac{\alpha}{2} \geq \sin \frac{\alpha}{2};$$

$$f \geq \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Коефіцієнт f тертя рівний $\operatorname{tg} \varphi$ (де φ – кут тертя):

$$\operatorname{tg} \gamma \geq \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ або } 2\gamma \geq \alpha$$

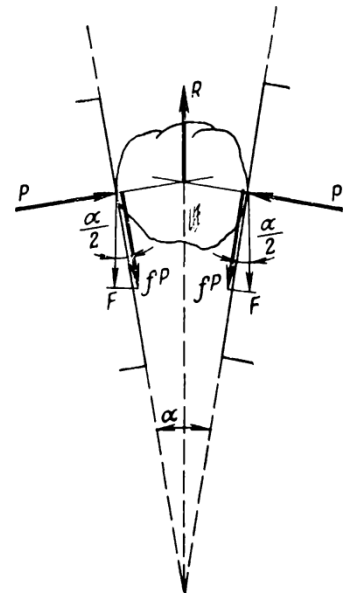


Рисунок 1.1 - Схема дії сил на шматок подрібнюваного матеріалу [14]

Для нормального подрібнення кут захоплення має бути менший подвійного кута тертя або бути рівним йому. Значення коефіцієнта тертя кам'яних матеріалів по сталі $f=0,3$ (тоді $\varphi=16^{\circ}40'$ і $\alpha=33^{\circ}20'$), який був визначений в дослідженнях не в повній мірі враховує характери дії сил в камері подрібнення.

У результаті спеціальних досліджень було виявлено, що оптимальний кут захоплення, який буде забезпечувати надійну роботу щоклової дробарки лежить в межах $18^{\circ} - 23^{\circ}$.

Якщо збільшувати кут захоплення відносно оптимального, то це призведе до зменшення продуктивності дробарки. Якщо ж знижувати кут захоплення, то це призведе до збільшення габаритних розмірів машини та відповідно маси.

Для даної базової машини прийнятий кут захоплення рівний $\alpha=20^{\circ}$ [14].

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Також важливим параметром щокочових дробарок є хід щочи, від значення якого можуть залежати техніко-економічні показники, оскільки він впливає на продуктивність роботи машини.

Для нормальної роботи машини та ефективного дроблення шматків матеріалу між рухомою та не рухомою дробильними плитами хід щочи має бути більший певного значення.

Оскільки шматки подрібнюваного матеріалу мають неправильну форму і порізноу можуть контактувати з дробильними плитами, тому у зв'язку з цим хід щочи має бути значно більшим орієнтовного, тобто прийматися з запасом. [14].

Оптимальні значення ходів стиснення (мм) для щочових дробарок визначені експериментально:

- хід стиснення в нижній точці камери дроблення

$$S_{\text{н}} = 7 + 0.1b = 7 + 0.1 \times 25.5 = 9.55 \text{ мм}; \quad (1.3)$$

- хід стиснення у верхній точці камери дроблення

$$S_{\text{в}} = 0.05 \times B = 0.05 \times 250 = 12.5 \text{ мм}. \quad (1.4)$$

Емпірична залежність для розрахунку частоти обертання валу щочових дробарок з урахуванням необхідних поправок має вигляд

$$n = 17 \times b^{-0.3} = 17 \times 25.5^{-0.3} = 6.4 (\text{об} / \text{с}) = 382 (\text{об} / \text{хв}) \quad (1.5)$$

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Геометричні параметри камери дроблення (рисунок 1.2).

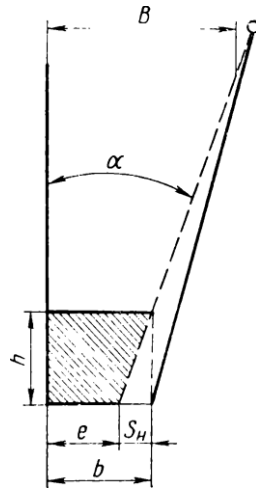


Рисунок 1.2 - Геометричні параметри камери дроблення [15]

Відстань між дробильними плитами в момент їх максимального зближення

$$e = b - S_n = 25.5 - 9.55 = 15.96 \text{ мм} \quad (1.6)$$

Шлях, який проходить вільно падаюче тіло (подрібнюваний матеріал) в камері дроблення

$$h = \frac{S_n}{\tan \alpha} = \frac{9.55}{\tan 20^\circ} = 26.2 \text{ мм} \quad (1.7)$$

Площа трапеції, яка утворюється між дробильними плитами

$$F = (e + b) \frac{h}{2} = (19.95 + 25.5) \frac{26.2}{2} = 543 \text{ мм}^2 = 0.000543 \text{ м}^2 \quad (1.8)$$

Об'єм трапеції, який утворюється між дробильними плитами

$$V = F \times L = 0.000543 \times 0.550 = 0.0003 \text{ м}^3, \quad (1.9)$$

де L - довжина камери дроблення [15].

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність дробарки визначається за формулою

$$Q = \frac{cS_{cp}Lbn(B+b)}{2D_{cb}\tan\alpha} = \frac{1 \times 11.025 \times 550 \times 25.5 \times 6.36(250 + 25.5)}{2 \times 100 \times \tan 20^\circ} =$$
$$= 0.0038 \frac{M^3}{с} = 16.68 \frac{M^3}{год} \quad (1.10)$$

де c - коефіцієнт кінематики.

Середньозважений розмір шматків вихідного матеріалу дорівнює

$$D_{cb} = 0.4B = 0.4 \times 250 = 100 \text{ мм} \quad (1.11)$$

Середній еквівалентний хід щоки визначається співвідношенням

$$S_{cp} = \frac{S_n + S_b}{2} = \frac{9.55 + 12.5}{2} = 11.025 \text{ мм} \quad (1.12)$$

Потужність електродвигуна дорівнює

$$N = \frac{BL}{100} = \frac{25 \times 55}{100} = 13.75 \text{ кВт} \quad (1.13)$$

де B і L - ширина і довжина приймального отвора, см.

Обираємо двигун 4A160S4Y3, потужність 15 кВт, кількість обертів 1500 об/хв.

Провівши параметричні розрахунки дробарки ми визначили всі геометричні параметри камери дроблення та визначили продуктивність для даного розміру вихідної щілини, а також потужність електродвигуна, яка потрібна при цьому [15].

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Розрахунок маховика

Робота, яка витрачається на дроблення за один оберт ексцентрикового вала становить

$$A = \frac{N\eta}{n} = \frac{13.75 \times 0.85}{6.4} = 1826 \text{ Дж}, \quad (1.14)$$

де N - потужність електродвигуна, Вт; η - ККД дробарки; n - частота обертання ексцентрикового вала.

Енергія, яка накопичується маховиком за час холостого ходу рівна половині роботи дроблення

$$j = A / 2 = 1826 / 2 = 913 \text{ Дж} \quad (1.15)$$

Момент інерції маховика

$$J = \frac{j}{4\pi^2 n^2 \delta} = \frac{913}{4\pi^2 \times 6.4^2 \times 0.025} = 22.6 \text{ кг} \times \text{м}^2 \quad (1.16)$$

де δ - ступінь нерівномірності обертання маховика [16].

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Кінематичні розрахунки

В кінематичному розрахунку виконуємо розрахунки приводу щоклової дробарки. Приводом дробарки є пасова передача. Метою розрахунку є визначення геометричних параметрів пасової передачі. Початковими даними є $n_{\text{дв}}$ - кількість обертів вала електродвигуна (1500 об/хв) та n - кількість обертів ексцентрикового вала (382 об/хв).

Визначимо загальне передатне відношення пасової передачі

$$i_{\text{общ}} = n_{\text{дв}} / n = 1500 / 382 = 3.93. \quad (2.1)$$

Отримане значення передатного відношення округлюємо до найближчого стандартного і приймаємо $i_{\text{общ}} = 4$.

Визначаємо тип паса та діаметр ведучого шківа за величиною потужності, яка передається від електродвигуна пасовою передачею: тип Б, $D_1=160$ мм [17].

Швидкість паса

$$v = \frac{d_1 \pi n_{\text{дв}}}{60} = \frac{0.16 \times \pi \times 1500}{60} = 12.7 \text{ м / с} \quad (2.2)$$

Для даного типу паса та його швидкості визначаємо потужність, яка передається одним пасом: $N_0 = 4.95$ кВт. Діаметр веденого шківа визначаємо із співвідношення

$$d_2 = i_{\text{общ}} d_1 (1 - \varepsilon) = 4 \times 160 \times (1 - 0.01) = 633.6 \text{ мм}, \quad (2.3)$$

де $\varepsilon = (0.01 \dots 0.02)$ - коефіцієнт проковзування.

Із стандартного ряду розмірів шківів обираємо: $D_2 = 630$ мм.

Визначаємо приблизну міжосьову відстань

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a \geq 0.55(d_1 + d_2) + h = 0.55(160 + 630) + 10.8 = 455.3 \text{ мм}, \quad (2.4)$$

де h - висота перетину клинового паса.

Розрахункова довжина паса визначається

$$l = 2a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \times 455.3 + \frac{\pi}{2}(630 + 160) + \frac{(630 - 160)^2}{4 \times 455.3} = 2252.2 \text{ мм} \quad (2.5)$$

З переліку стандартних довжин пасів обираємо найбільш близький до розрахованої довжини: $l = 2500 \text{ мм}$ [17].

Уточнюємо значення міжосьової відстані за стандартної довжини паса

$$a = \frac{1}{8}(2 \times l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{(2 \times l - \pi(d_2 + d_1))^2 - 8(d_2 - d_1)^2}) = \frac{1}{8}(2 \times 2500 - \pi(630 + 160) + \sqrt{(2 \times 2500 - \pi(630 + 160))^2 - 8(630 - 160)^2}) = 582.4 \text{ мм} \quad (2.6)$$

Кут охоплення ведучого шківa пасом

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ \frac{(d_2 - d_1)}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{(630 - 160)}{582.4} = 134^\circ \approx 135^\circ \geq 120^\circ. \quad (2.7)$$

Визначимо допустиму потужність, яка передається одним пасом з врахуванням поправочних коефіцієнтів

$$N_{\pi} = N_o C_p C_{\alpha} C_t = 3.35 \times 0.7 \times 0.86 \times 0.96 = 1.93 \text{ кВт} \quad (2.8)$$

де C_p, C_{α}, C_t - поправочні коефіцієнти.

Визначимо кількість пасів

$$z = \frac{N_{\text{дв}}}{N_{\pi}} = \frac{13.75}{1.93} = 7.2 = 8 \text{ шт} \quad (2.9)$$

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В кінематичному розрахунку ми розраховали привід дробарки, який представляє собою пасову передачу від електродвигуна до шків дробарки. А саме визначили розміри ведучого та веденого шківів та кількість пасів, які потрібні для передачі крутного моменту [17].

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Розрахунки на міцність

Для підтвердження працездатності та надійності роботи дробарки в заданих умовах виконується розрахунок на міцність. Метою розрахунку є перевірка роботоздатності найбільш відповідальних вузлів дробарки. Вихідними даними для розрахунку на міцність є геометричні параметри дробарки, матеріали з яких виконано елементи дробарки та їх границі міцності, характеристики матеріалу який дробиться.

3.1 Розрахунок сил в основних елементах дробарки

Силовий розрахунок дробарки полягає у визначенні зовнішніх невідомих сил, що діють на ланки механізму, а також реакцій в кінематичних опорах (рисунок 3.1).

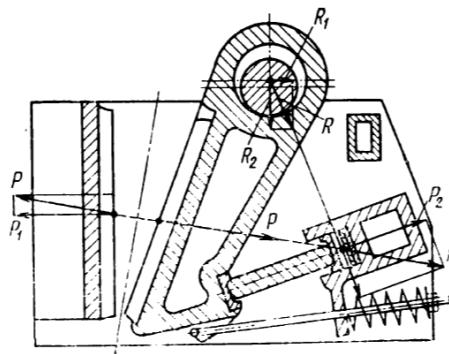


Рисунок 3.1 - Схема для визначення головного зусилля в щоківій дробарці [18]

Зусилля, що припадає на дробильну плиту, тобто зусилля дроблення P , визначається за формулою

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = p \times F_{\text{дроб}} \quad (3.1)$$

де $F_{\text{дроб}}$ - активна площа дробильної плити (робоча поверхня плити без скосів), м^2 , визначається з конструктивної схеми, p - питоме зусилля дроблення, Н/м^2 .

$$F_{\text{дроб}} = HL = 500 \times 250 = 125000 \text{мм}^2 \quad (3.2)$$

Питоме зусилля дроблення визначимо з виразу

$$p = \frac{\sigma}{300} \left(1.85 + \frac{0.25}{B}\right) K_{\alpha} = \frac{300}{300} \left(1.85 + \frac{0.25}{0.25}\right) 1.14 = 3.24 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2} \quad (3.3)$$

де σ - границя міцності вихідної гірської породи на стискання, Па ; K_{α} - коефіцієнт, що враховує зміну p в залежності від зміни кута захоплення дробарки

$$P = p \times F_{\text{дроб}} = 3.24 \times 0.125 = 0.405 \text{МН} \quad (3.4)$$

Розрахункове (максимальне) значення зусилля дроблення приймається з урахуванням коефіцієнта запасу на випадок потрапляння неподрібнюваних тіл

$$P_{\text{max}} = K_{\text{зап}} \times P = 1.5 \times 0.405 = 0.6075 \text{МН} \quad (3.5)$$

де $K_{\text{зап}}$ - коефіцієнт запасу, $K_{\text{зап}} = 1,4-1,5$.

Відповідно до теорії пружності напруження в перетині шматка, що стискається між ребрами дробарки дорівнює

$$\sigma_p = \frac{2P}{\pi F} = \frac{2 \times 0.405}{\pi \times 0.000543} = 474.82 \text{МПа} \quad (3.6)$$

Умовно приймаючи, що весь дробильний простір заповненим шматками кулястої форми, отримуємо сумарне навантаження на дробильну плиту

$$P_{\text{дроб}} = \frac{K \pi^2 \sigma_p F_{\text{дроб}}}{8} = \frac{0.3 \times \pi^2 \times 474.82 \times 125000}{8} = 22 \text{МН} \quad (3.7)$$

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зусилля, яке діє на ексцентриковий вал

$$P_n = P_{\max} \cos(90^\circ - \varphi) = 1.8 \times (90^\circ - 20^\circ - 10^\circ) = 0.9 \text{ МПа} \quad (3.11)$$

де φ - кут між додатнім напрямом осі проекції і вектором сили [18].

3.2 Розрахунок рухомої щоки

Розрахункова схема щоки дробарки із складним рухом щоки являє собою балку, що спирається з одного боку на розпірну плиту, а з іншого закріплена в шарнірі на ексцентриковому валу. Як видно зі схеми, рухома щока піддається згину та розтягуванню (рисунок 3.3).

Для дробарок навантаження, що передається на щоку з боку дробильної плити можна приймати зосередженим.

Сумарне напруження в перерізі визначається за формулою

$$\sigma = \sigma_u \pm \sigma_p \leq [\sigma]. \quad (3.12)$$

Напруження згину визначаються за формулою

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} \leq [\sigma]. \quad (3.13)$$

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

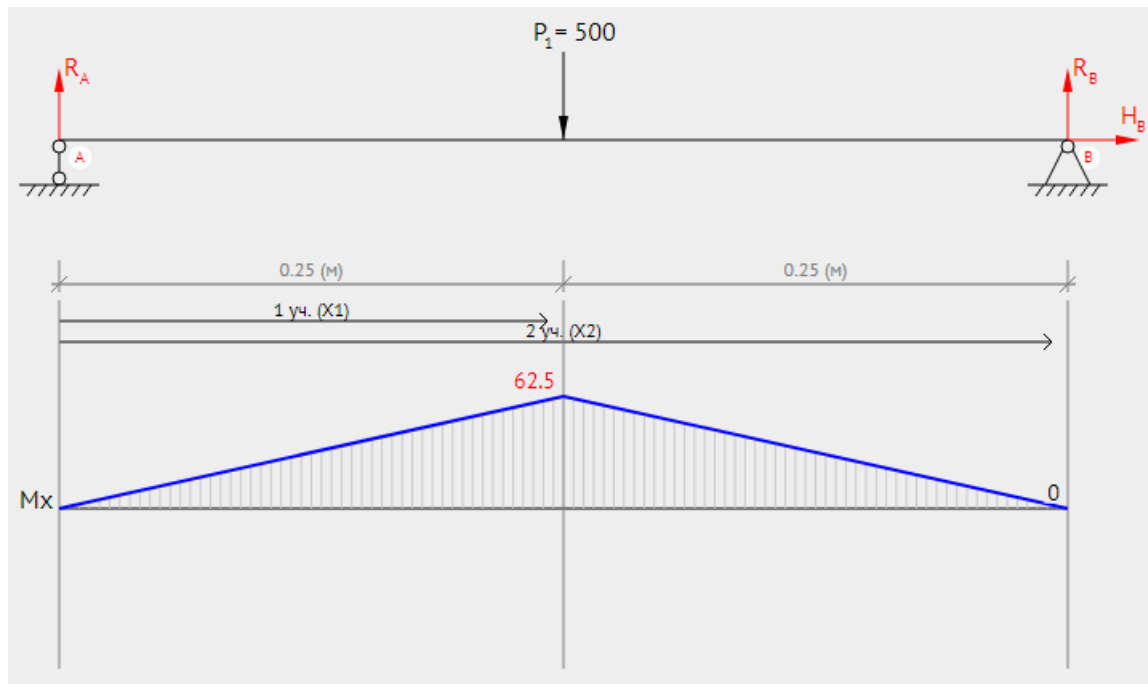


Рисунок 3.3 - Розрахункова схема рухомої щоки

Визначимо реакції в опорах:

$$-R_1 \times (x_1 + x_2) + P \times x_2 = 0;$$

$$R_1 = \frac{P \times x_2}{(x_1 + x_2)} = \frac{0.5 \times 0.25}{0.5} = 250 \text{ кН};$$

$$R_1 - P + R_2 = 0; R_2 = P - R_1 = 500 - 250 = 250 \text{ кН};$$

Згинаючий момент на першій ділянці:

$$M_1(x) = R_1 \times x_1;$$

$$M_1(0) = 250 \times 0 = 0;$$

$$M_1(0.25) = 250 \times 0.25 = 62.5 \text{ кН} \times \text{м};$$

Згинаючий момент на другій ділянці:

$$M_2(x) = R_1 \times (0.25 + x_2) - P \times x_2;$$

$$M_2(0) = 250 \times (0.25 + 0) - 500 \times 0 = 62.5 \text{ кН} \times \text{м};$$

$$M_2(0.25) = 250 \times (0.25 + 0.25) - 500 \times 0.25 = 0 \text{ кН} \times \text{м};$$

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Визначимо напруження, які виникають в перерізі щоки від розтягування

$$\sigma_p = \frac{P}{F} = \frac{0.25}{0.125} = 4 \text{ МПа}, \quad (3.14)$$

де F - площа розрахованого перетину щоки.

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} = \frac{258}{0.044} = 5.863 \text{ МПа} \leq [216 \text{ МПа}], \quad (3.15)$$

де W – момент опору перерізу.

$$W = \frac{L \times H^2}{6} = \frac{250 \times 500^2}{6} = 10.4 \times 10^6 \text{ мм}^3 = 0.0104 \text{ м}^3, \quad (3.16)$$

де L – довжина рухомої щоки, H - висота рухомої щоки.

Провівши розрахунок навантажень, які діють на рухому щоку ми визначили максимальний згинаючий момент, його місце прикладання та інтенсивність, а також напруження, які виникають в перерізі щоки від розтягування. Перевірили, що напруження не перевищують допустимі значення [19].

3.3 Розрахунок ексцентрикового вала

Ексцентриковий вал дробарки піддається крученню та згину. Напруження згину визначаються на підставі побудованих епюр згинального моменту в небезпечному перерізі.

Для цього спочатку визначимо реакції в опорах підшипників (рисунок 3.4).

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0 \\ P_n * \frac{l}{2} - R_B * l &= 0 \\ R_B &= \frac{P_n * \frac{l}{2}}{l} = \frac{0.9}{2} = 0.45(\text{МН}) \\ R_A &= R_B = 0.45(\text{МН})\end{aligned}$$

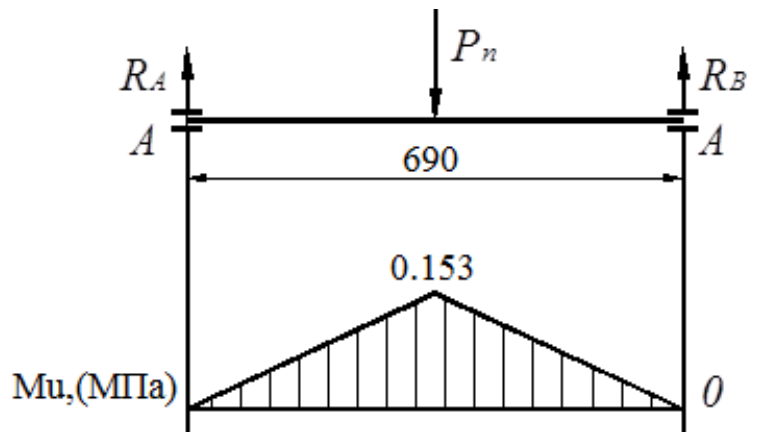


Рисунок 3.4 - Розрахункова схема
ексцентрикового вала

Визначимо згинаючий момент

$$M_u = R_A \times \frac{l}{2} = 0.45 \frac{0.68}{2} = 0.153 \text{ МНм} . \quad (3.17)$$

Напруження згину визначимо за формулою

$$\sigma_u = \frac{M_u}{0.1 \times d_b^3} = \frac{0.153}{0.1 \times 0.20^3} = 191 \text{ МПа} . \quad (3.18)$$

Визначимо напруження кручення вала

$$\tau = \frac{M_{кр}}{0.2 \times d_b^3} = \frac{99 \times 10^{-3}}{0.2 \times 0.20^3} = 0.62 \text{ МПа} . \quad (3.19)$$

За отриманими результатами розрахунку побудуємо епюру згинальних моментів.

Визначивши напруження згину на підставі побудованих епюр згинального моменту в небезпечному перерізі, знаючи силу, яка передається від рухомої щопи на ексцентриковий вал та визначили напруження кручення вала [20].

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Розрахунки в програмі Fortran

4.1 Опис ідентифікаторів програми Fortran

Таблиця 4.1 – Ідентифікатори програми фортран

№ п/п	За текстом	У програмі	Числове значення	Одиниці вимірювання	Тип	Запис (вводу)
1	D_{\max}	Dmax	210	мм	Real	210
2	d_{\max}	dmax1	30	мм	Real	30
3	L	L1	0.55	м	Real	0.55
4	c	c1	1	-	Real	1
5	$\tan(\alpha)$	tg1	0.36	-	Real	0.36
6	B	B1	Обчислюється	мм	Real	
7	b	b2	Обчислюється	мм	Real	
8	S_H	Sn1	Обчислюється	мм	Real	
9	S_B	Sb1	Обчислюється	мм	Real	
10	n	n1	Обчислюється	об/с	Real	
11	e	e1	Обчислюється	мм	Real	
12	h	h1	Обчислюється	мм	Real	
13	F	nF1	Обчислюється	м ²	Real	
14	V	V1	Обчислюється	м ³	Real	
15	N	N2	Обчислюється	кВт	Real	
16	D_{CB}	Dsv1	Обчислюється	мм	Real	

Продовження таблиці 4.1

17	S_{cp}	S_{sv1}	Обчислюється	мм	Real	
18	Q	Q1	Обчислюється	м ³ /год	Real	

4.2 Текст програми параметричних розрахунків дробарки щокрової зі складним хитанням щоки

Program kp

real Dmax,dmax1,L1,c1,tg1,B1,b2,Sn1,Sb1,n1,e1,h1,nF1,V1,N2,Dsv1,Ssv1,Q1

data Dmax/210/,dmax1/30/,L1/0.5/,c1/1/,tg1/0.36/

B1=Dmax/0.85

b2=0.85*dmax1

Sn1=7+(0.1*b2)

Sb1=0.05*B1

n1=17*(25.5**(-0.3))

e1=b2-Sn1

h1=Sn1/tg1

nF1=(e1+b2)*(h1/2)

V1=nF1*L1

N2=((B1*0.1)*(L1*100))/100

Dsv1=0.4*B1

Ssv1=(Sn1+Sb1)/2

Q1=(c1*Ssv1*L1*1000*b2*n1*(B1+b2))/(2*Dsv1*tg1)

Write(*,*) 'B',B1

Write(*,*) 'b',b2

Write(*,*) 'Sn',Sn1

Write(*,*) 'Sb',Sb1

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Write(*,*) 'n',n1
Write(*,*) 'e',e1
Write(*,*) 'h',h1
Write(*,*) 'F',nF1
Write(*,*) 'V',V1
Write(*,*) 'N',N2
Write(*,*) 'Dsv',Dsv1
Write(*,*) 'Ssv',Ssv1
Write(*,*) 'Q',Q1

stop

pause

end

```

4.3 Результат програми параметричних розрахунків дробарки щоголової зі складним хитанням щоголи

Вхідні дані параметричних розрахунків дробарки щоголової зі складним хитанням щоголи: максимальна крупність шматків вихідного матеріалу $D_{\max}=210$ мм, потрібна максимальна крупність шматків $d_{\max}=30$ мм в готовому продукті, довжина щоголи $L=0.5$ м, кут захоплення $\alpha=20^\circ$, коефіцієнт кінематики $c=1$ (рисунок 4.1).

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

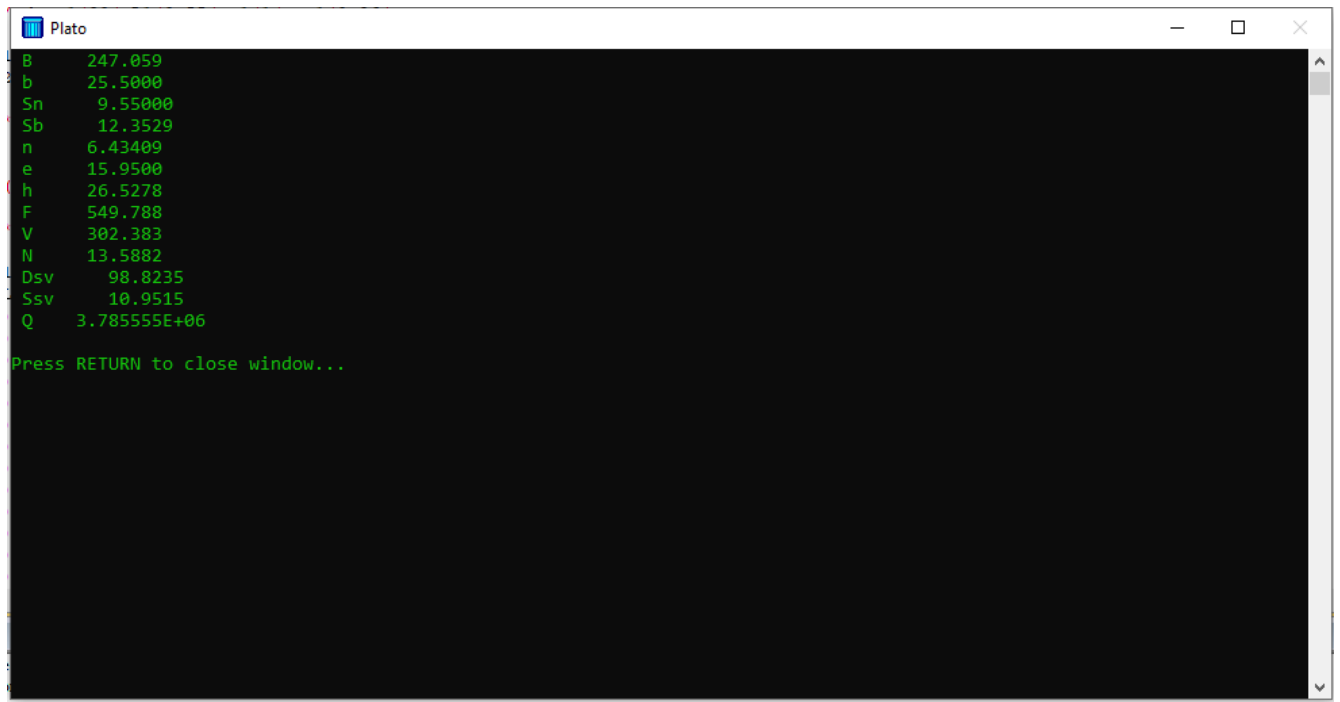


Рисунок 4.1 – Результат роботи програми

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Математичне моделювання напружено-деформованого стану вузла дробильної камери шокової дробарки під час дроблення вапняка

Мета: визначення силових умов дроблення вапняка та підбір конструкційних матеріалів щоки шокової дробарки на підставі розрахунків напружено-деформованого стану (НДС) із визначенням запасу міцності вапняка та конструкції обладнання.

Для досягнення поставленої мети будемо використовувати числовий розв'язок задачі статичної пружності [21, 22].

5.1 Математична постановка задачі статичної пружності

Система стаціонарних диференціальних рівнянь задачі статичної пружності для ізотропного матеріалу включає рівняння руху і рівноваги, геометричне рівняння – тензор малих деформацій та фізичне рівняння – узагальнений закон Гука [21]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{ij,j} + \rho b_i = 0; \\ \varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}); \\ \sigma_{ij} = \frac{E}{1+\nu} \left(\varepsilon_{ij} + \frac{\nu}{1-2\nu} \delta_{ij} \varepsilon_{kk} \right), \end{array} \right. \quad (5.1)$$

де σ_{ij} , $i, j = 1, 2, 3$ – компоненти симетричного тензора напруження другого рангу, Па; $\sigma_{ij,j}$, $i, j = 1, 2, 3$ – частинна похідна від тензора напруження, Па/м; ρ – густина, кг/м³; b_i , $i = 1, 2, 3$ – компоненти вектора масових сил, наприклад,

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гравітаційних, Н/кг; ε_{ij} , $i, j = 1, 2, 3$ – компоненти симетричного тензора другого рангу пружних деформацій; u_i , $i = 1, 2, 3$ – компоненти вектора переміщень, м; $u_{i,j}$, $i, j = 1, 2, 3$ – частинна похідна від вектора переміщення; E – модуль пружності під час одновісного розтягу/стискання, Па; ν – коефіцієнт Пуассона; $\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{при } i = j; \\ 0 & \text{при } i \neq j, \end{cases}$ – символ Кронекера.

Граничні умови для (5.1):

- переміщення або защемлення (повинно бути задано хоча б в одній точці на поверхні тіла)

$$u_i|_{S_u} = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad (5.2)$$

де S_u – поверхня (або точка поверхні), на якій задано переміщення, м²;

- симетрії

$$n_i u_i|_{S_{su}} = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad (5.3)$$

де n_i , $i = 1, 2, 3$ – компоненти вектора зовнішньої нормалі до поверхні тіла; S_{su}

– поверхня симетрії тіла, м²;

- зовнішній тиск

$$(\sigma_{ij} n_j) n_i|_{S_p} = p, \quad (5.4)$$

де p – зовнішній тиск, який задано на поверхні S_p , Па;

- зовнішня сила, що прикладена в деякій точці тіла

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_i^P = \int_{\Delta S_p} \sigma_{ij} n_j dS, \quad (5.5)$$

де F_i^P , $i=1,2,3$ – компоненти вектора зовнішньої сили в точці P , Н; ΔS_p – елементарна площадка поверхні тіла в околі точки P , м²;

Співвідношення для визначення запасу міцності.

Еквівалентні напруження σ_{eqvM} за Мізесом визначаються за формулами:

$$\sigma_{\text{eqvM}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{33} - \sigma_{11})^2 + 6(\sigma_{12}^2 + \sigma_{23}^2 + \sigma_{13}^2)}, \quad (5.6)$$

або

$$\sigma_{\text{eqvM}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}, \quad (5.7)$$

де $\sigma_{ij}, i, j=1,2,3$ – компоненти тензора напружень, Па; $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ – компоненти вектора головних напружень, Па.

Запас міцності F_s пластичних матеріалів визначається за формулою

$$F_s = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\text{eqvM}}}, \quad (5.8)$$

де $[\sigma_T]$ – границя текучості (міцності) матеріалу, Па; σ_{eqvM} – еквівалентне напруження за Мізесом (3.6), (3.7), Па.

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Вихідні дані

Геометрична модель вузла дробильної камери шокової дробарки побудована в CAD-системі SolidWorks [23].

Зусилля дроблення вапняка – $F = 0,405$ МН.

Фізичні властивості конструкційних матеріалів вузла дробильної камери шокової дробарки і вапняка [13].

Матеріал плити – Сталь 45:

- модуль пружності – $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;
- границя текучості – $\sigma_T = 360$ МПа;
- коефіцієнт Пуассона – $\nu = 0,3$;
- густина – $\rho = 7800$ кг/м³;

Матеріал зубів плити – карбід вольфраму:

- модуль пружності – $E = 7,2 \cdot 10^5$ МПа;
- границя міцності – $\sigma_T = 9500$ МПа;
- коефіцієнт Пуассона – $\nu = 0,31$;
- густина – $\rho = 15170$ кг/м³;

Вапняк:

- модуль пружності – $E = 0,42 \cdot 10^5$ МПа;
- границя міцності – $\sigma_T = 300$ МПа;
- коефіцієнт Пуассона – $\nu = 0,42$;
- густина – $\rho = 2900$ кг/м³.

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Результати числового аналізу НДС вузла дробильної камери щоголової дробарки під час дроблення вапняка

Розрахунки на міцність вузла дробильної камери щоголової дробарки виконано з використанням програмних продуктів [24] Ansys (Static Structural – Design Modeler, Mechanical), що побудовані на базі числового методу скінченних елементів (МСЕ). Результати побудови числової моделі МСЕ камери щоголової дробарки під час дроблення вапняка та числового аналізу НДС наведено на рисунках 5.1–5.5.

C: Static Structural
Static Structural
Time: 1, s
23.05.2019 9:04

A Fixed Support
B Fixed Support 2
C Displacement
D Force: 4,05e+005 N

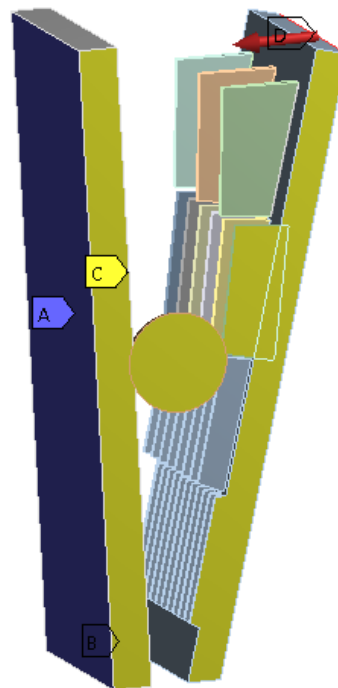
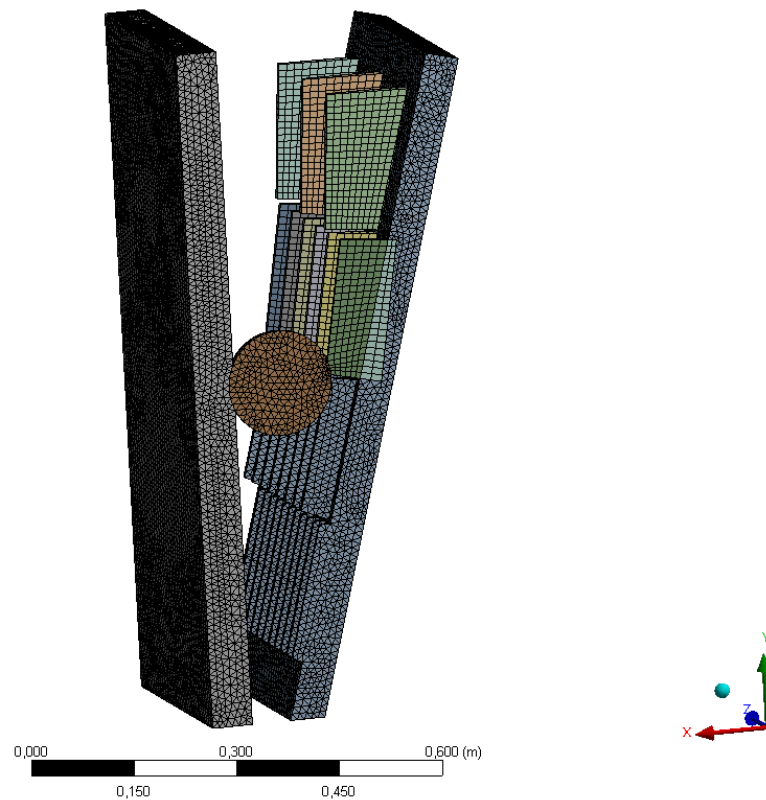


Рисунок 5.1 – Тривимірна модель вузла дробильної камери щоголової дробарки.
Закріплення та навантаження

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



531397 – вузлів; 356536 – скінченних елементів

Рисунок 5.2 – Дискретизація моделі вузла дробильної камери щоквої дробарки

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C: Static Structural
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: m
 Time: 1
 Max: 0,0076291
 Min: 0
 23.05.2019 9:07

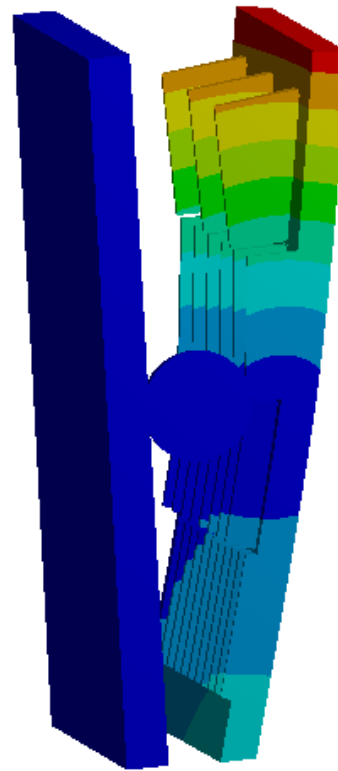
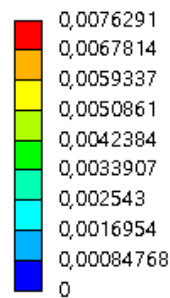


Рисунок 5.3 – Поле сумарних переміщень вузла дробильної камери щокової дробарки

C: Static Structural
 Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: Pa
 Time: 1
 Max: 5,749e10
 Min: 8,7327
 23.05.2019 9:24

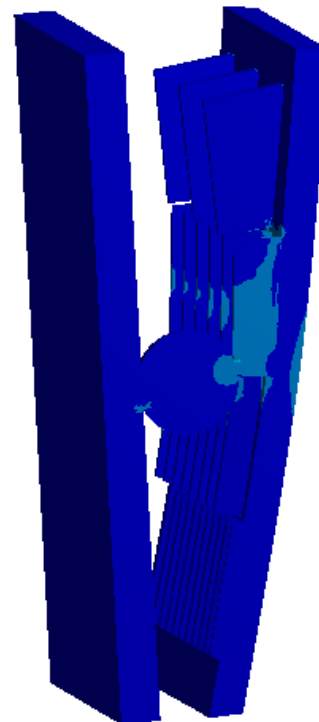
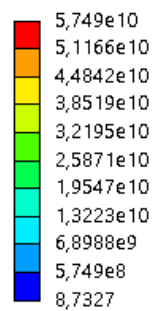


Рисунок 5.4 – Поле еквівалентних напружень за Мізесом вузла дробильної камери щокової дробарки

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C: Static Structural

Safety Factor

Type: Safety Factor

Time: 1

Max: 15

Min: 0,037115

23.05.2019 9:27

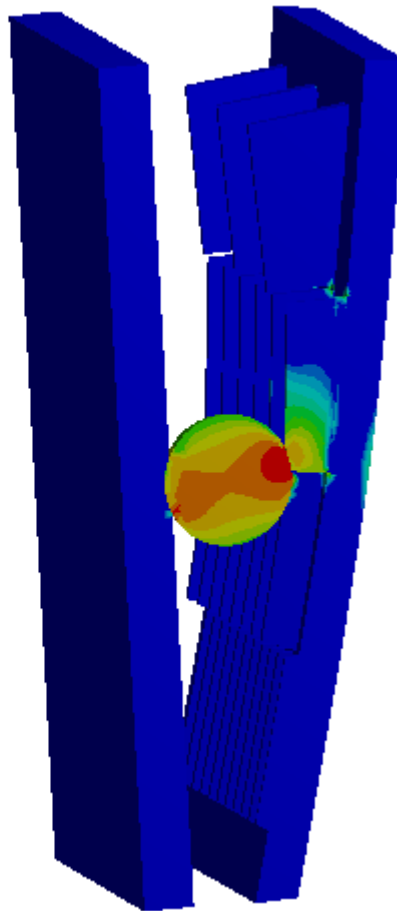
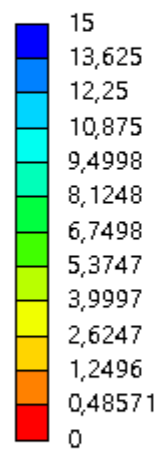


Рисунок 5.5 – Поле запасу міцності вузла дробильної камери щоквої дробарки

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломного проекту отримано такі результати з розробки та проектування щоклової дробарки зі складним хитанням щокло середнього дроблення:

- виконано ряд інженерних розрахунків, необхідних для розробки і проектування щоклової дробарки, згідно з технічним завданням;
- у результаті розрахунку дробарки було підтверджено працездатність роботи машини та її ефективність, а розрахунки на міцність показали, що конструкція дробарки витримує навантаження; напруження в найбільш відповідальних місцях не перевищують допустимі значення.

За результатами числового аналізу НДС вузла дробильної камери щоклової дробарки встановлено, що:

- зусилля в 0,405 МН, що прикладається до щокло дробарки, забезпечує дроблення кульки вапняка, запас міцності окремих частин якої менше 0,5;
- при цьому запас міцності конструкції вузла дробильної камери щоклової дробарки ставить понад 1,25, що повинно забезпечити надійну і тривалу його експлуатацію, який спроектовано за заявкою № u201903683 [25]. Обрані конструкційні матеріали для виготовлення деталей вузла дробильної камери щоклової дробарки задовольняють усім умовам міцності конструкції.

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологія машинобудування
до дипломного проекту
на тему:
«Дробарка щокоча зі складним хитанням щоча
з модернізацією щоча»

Київ

2019

ЗМІСТ

1. Технологія виготовлення кришки	2
1.1 Опис та призначення деталі	2
1.2 Вибір заготовки для виготовлення	3
2 Вибір пристосування.....	13
2.1 Опис та принцип роботи пристосування	13
2.2 Розрахунки	14
ВИСНОВКИ.....	16

					ЛП51(2).053116.01-70ТЕ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Дробарка щокова зі складним хитанням щоки	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Шелюк О.Д.					1	16	
Перевір.		Борщик С.О.							
Реценз.						КПІ ім. І. Сікорського			
Н. Контр.									
Затверд.		Гондляр О. В.							

1.1 Опис та призначення деталі

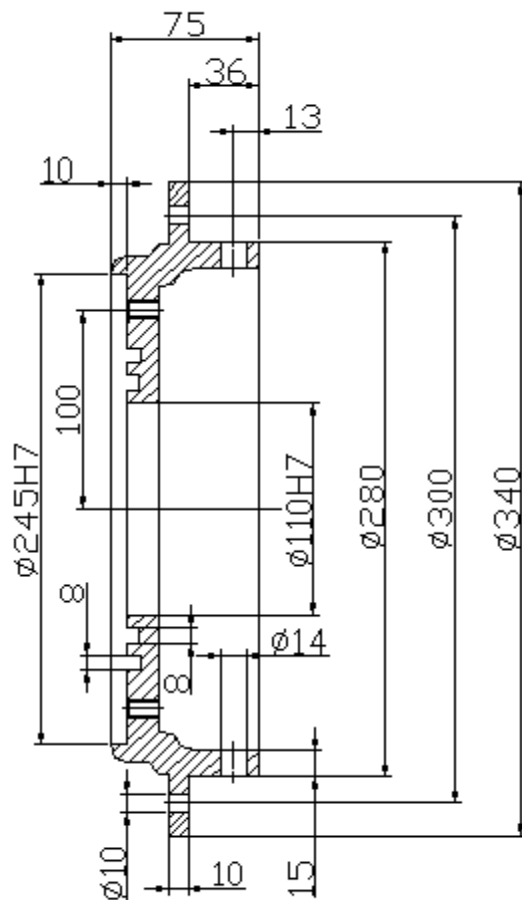
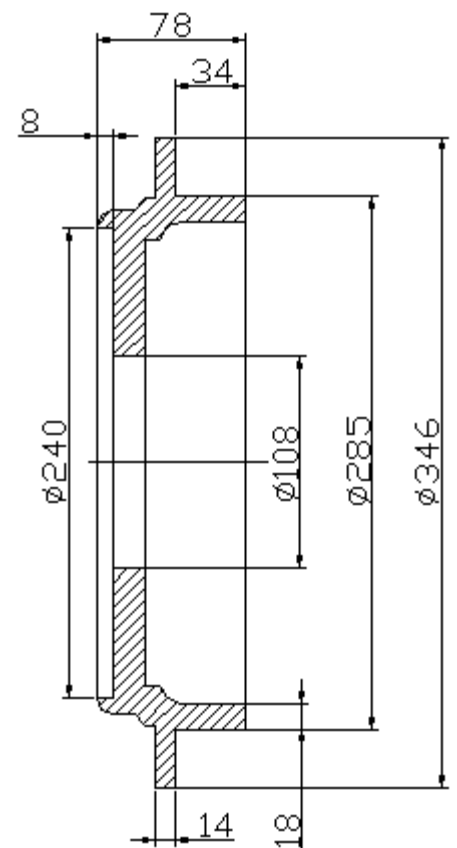


Рисунок 2 – Загальний вигляд
заготовки кришки



Кришка має шість отворів Ø10 за рахунок яких болтами пригвинчується до обойм підшипника.

					ЛП51(2).053116.01-70ТЕ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В кришку встановлюється ще одна "мала" кришка яка базується за розміром Ø245H7 , яка фіксується чотирма різьбовими з'єднаннями M10 . Через ці кришки проходить ексцентриковий вал дробарки.

Кришка відноситься до класу корпусних деталей ,вони є в машинах базовими елементами. Тому уточнене формулювання службового призначення деталей цього класу в першу чергу повинно визначати точність відносного положення деталей, які входять, або приєднуються до неї. [26]

При виготовленні кришки найбільшу увагу потрібно приділити приєднувальним поверхням А та Б. Отвори в кришці необхідно свердлиити і розвертати з допомогою кондуктора.

Крім того, потрібно забезпечити перпендикулярність торця до поверхонь А та Б, тобто ці поверхні доцільно обробляти на одному верстаті при одному установі.

Кришка виготовлена з сірого чавуну СЧ21(НВ 210).

1.2 Вибір заготовки для виготовлення

Для виготовлення кришки яка є корпусною деталлю доцільно використовувати лиття , так як деталь має специфічну форму та достатньо великі габарити. Якість і вартість литих заготовок у великій мірі залежить від способу її виготовлення. Найбільш розповсюджені способи лиття чорних металів – у земляні форми за дерев'яними моделями при ручному формуванні та інші. Так як виробництво таких деталей в переважній більшості одиничне або мало серійне , а якість виготовлення таким методом задовольняє отримати бажану точність тому обираємо лиття у земляні форми за дерев'яними моделями при ручному формуванні. [26]

Відповідно до ГОСТ 26645-85 отримана заготовка буде мати: точність виконання розмірів заготовки класу (8...16) ,шорсткість Rz(320...80)мкм. [26]

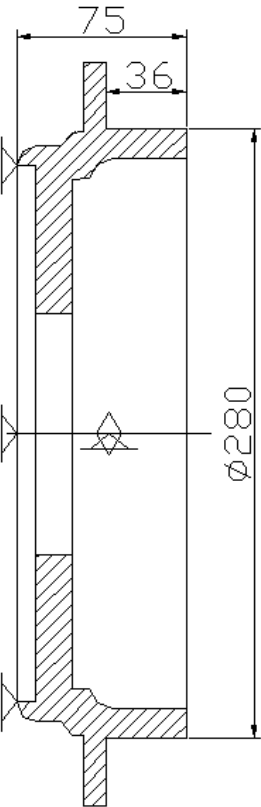
Технологія виготовлення кришки наводимо в маршрутній карті , картах ескізів та операційних картах.

					ЛП51(2).053116.01-70TE	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

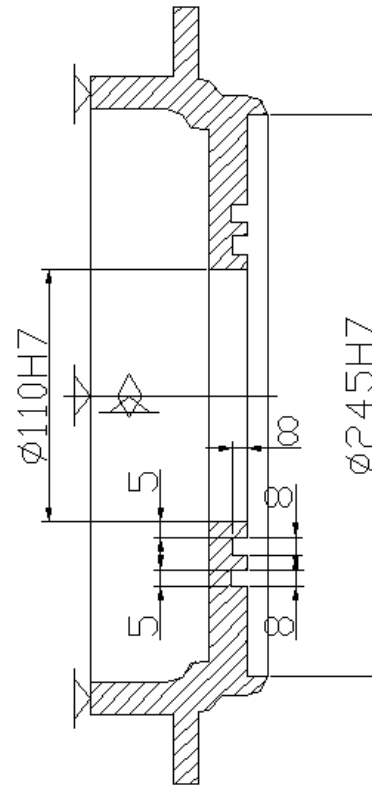
Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	Ш е л ю к О . Д .			НТУУ "КПІ", ІХФ	ЛП51(2).053116.001-70КЕ	005		
Перевірів	Борищук С. О.							
				Кришка				
Н. контр.							Н	



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	Ш е л ю к О . Д .			НТУУ "КПІ", ІХФ	ЛП51(2).053116.002-70КЕ	010				
Перевірів	Борщук С. О.									
Н. контр.				Кришка				Н		



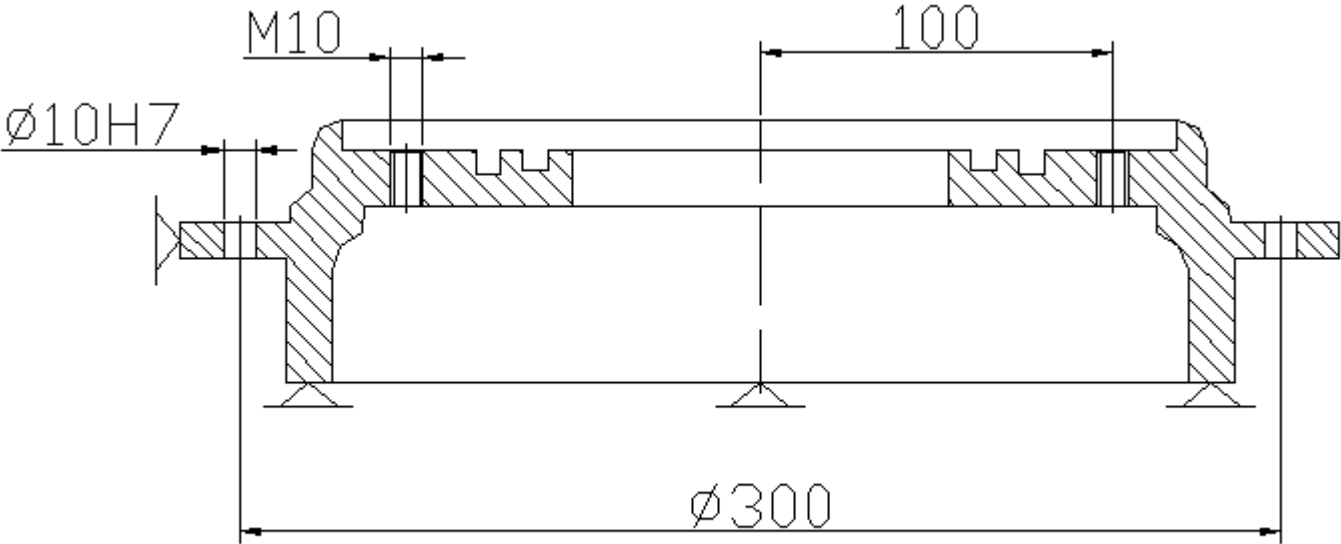
KE

Обробка різанням

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

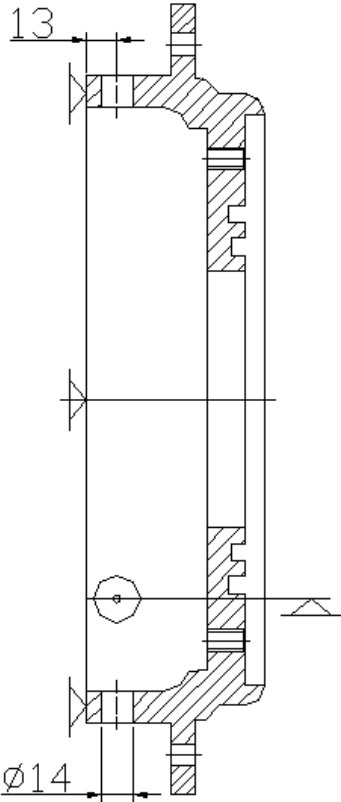
						Зм	Ар	Недок.	Підпис Дата

Розробив	Ш е л ю к О . Д .			НТУУ "КПІ", ІХФ	ЛП51(2).053116.003-70КЕ	015				
Перевірів	Борщик С. О.									
Н. контр.				Кришка				Н		



Дубл.												
Взамін.												
Підпис								Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

Розробив	Ш е л ю к О . Д .			НТУУ "КПІ", ІХФ	ЛП51(2).053116.004-70КЕ					020			
Перевірів	Борщик С. О.												
				Кришка							Н		
Н. контр.													



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

2 Вибір пристосування

2.1 Опис та принцип роботи пристосування

При виготовленні кришки на технологічній операції свердління використовується накладний кондуктор, який дає змогу отримати потрібну точність виконання отворів. Кондуктор складається з таких частин: 1 – кришка, 2 – плита, 3 – вісь, 4 – шайба швидкоз’ємна, 5 – втулка кондуктора, 6 – втулка проміжна, 7 – гвинт фіксуєчий, 8 – фіксуєчий палець, 9 – гайка М32, 10 – шайба d28, 11 – гвинт М12, 12 – гвинт М10.

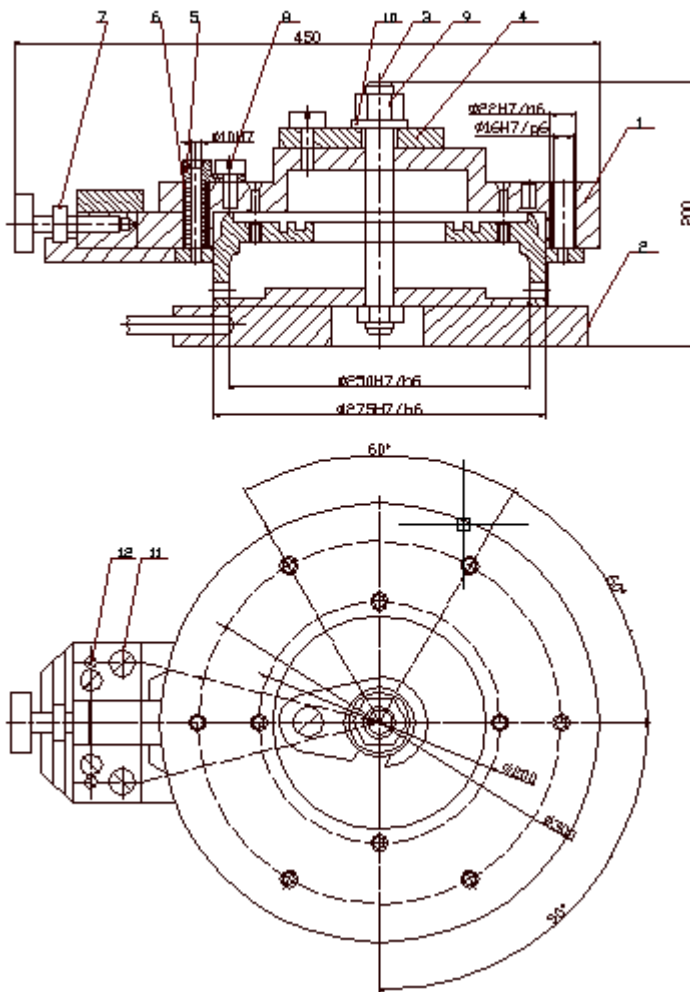


Рисунок 3 – Кондуктор для кришки з механічним затисканням

З використанням кондуктора виконуються: чотири отвори в яких потім нарізується різьба М10 , та шість отворів $\varnothing 10H7$.

					ЛП51(2).053116.01-70ТЕ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Заготовка базується по зовнішньому діаметру накладною кондукторної плити. На кондукторній плиті встановлений додатковий призматичний фіксатор який базує кришку по двох “бобишках” [27].

Заготовка кришки затискається гайкою з швидкоз’ємною шайбою і віссю встановленою на нижній плиті. Після виконання отвору кондукторна втулка виймається і за проміжною втулкою на її місце встановлюється фіксатор [27].

2.2 Розрахунки

Розрахунок необхідного зусилля затискання деталі в кондукторі.

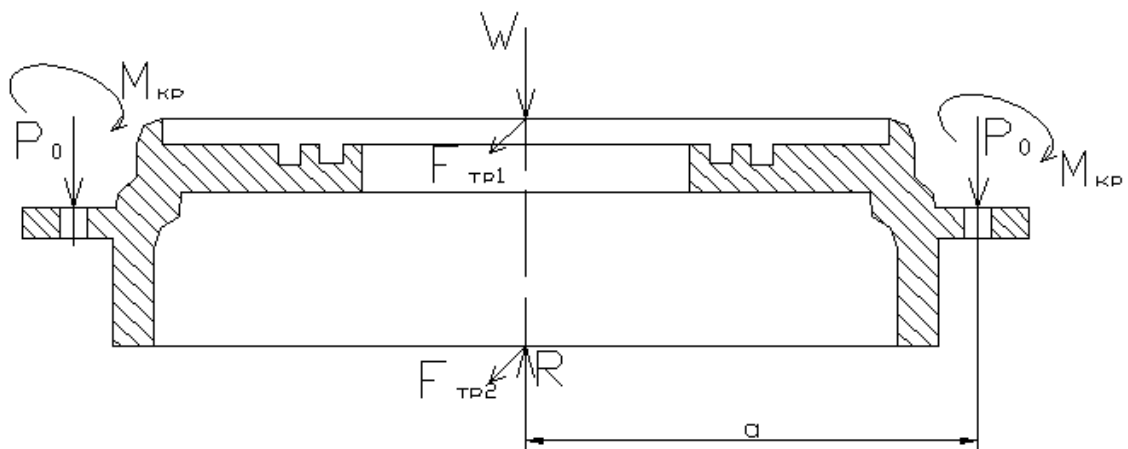


Рисунок 4 – Схема дії сил на заготовку кришки при свердлінні отворів

При свердлінні на деталь діють крутний момент $M_{кр}$ та осьова сила різання. Сила затискання забезпечується затискною гайкою (W), в результаті цього виникає реакція опори (R). [28]

Визначимо сили тертя :

$$F_{mp1} = f * W$$

$$F_{mp2} = f * R$$

де f – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях, $f=0.25$;

Складемо рівняння рівноваги:

$$R = W + P_0 = 1600 + 1655 = 3255(\text{H})$$

$$M_{кр} = (F_{mp1} + F_{mp2}) * a$$

					ЛП51(2).053116.01-70TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

При свердлінні крутний момент та осьова сила визначаються:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0.021 * 10^2 * 0.1^{0.8} * 1.22 = 4.1 \text{ (Нм)}$$

де D – діаметр обробки ($D = 10\text{мм}$); S – подача ($S = 0.1 \text{ мм/с}$); K_p – коефіцієнт який залежить від матеріалу деталі ($K_p = 1.22$).

$$P_0 = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 10^1 * 0.1^{0.7} * 1.22 = 1655 \text{ (Н)}$$

Визначимо силу затискання та реакцію в опорі:

$$M_{кр} = (F_{mp1} + F_{mp2}) * a = (W + R) * f * a$$

де $a = 0.15 \text{ (м)}$

Звідси: $W = 1600 \text{ (Н)}$

Визначимо силу затискання з врахуванням коефіцієнта запасу:

$$Q = K * W = 2.3 * 1600 = 3680 \text{ (Н)}$$

В результаті розрахунку ми визначили необхідне зусилля затискання деталі, під час свердління, в кондукторі затискною гайкою.

					ЛП51(2).053116.01-70TE	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення кришки було розглянуто призначення кришки та конструктивні особливості деталі; описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі "Кришка", що представлені у маршрутній карті, картах ескізів та операційних картах; обрано спосіб виготовлення заготовки; обране пристосування для свердлильного верстата; розраховане максимальне зусилля затискання деталі в кондукторі.

					ЛП51(2).053116.01-70TE	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконано дипломний проект на тему «Дробарка шокова зі складним хитанням щоки з модернізацією щоки» за мету якого було поставлено вивчити призначення, конструкцію машини та принцип роботи і провести модернізацію рухомої щоки дробарки шокової.

Було проведено виконання наступних етапів:

- обрано та проведено опис технологічної схеми по виробництву портландцементу, в якій задіяна дробарка шокова.
- Проаналізовано технічні характеристики дробарки шокової;
- проведено літературно – патентний пошук модернізації шокової дробарки з метою модернізації рухомої щоки. На основі аналізу отриманої нової технічної інформації запропоновано та обґрунтовано нові модернізовані конструкції вузла щоки дробарки, які істотно збільшують ефективність дроблення;
- розроблено розділ «Охорона праці». Було виявлено, що під час роботи існують низка шкідливих і небезпечних факторів: повітря зони робочої, електробезпека, пожежна безпека;

В результаті виконання низки розрахунків деталей і вузлів шокової дробарки, а саме: параметричних, кінематичних та розрахунків на міцність; було підтверджено працездатність дробарки шокової:

- параметричні розрахунки були підтверджені за допомогою розрахунків на ПЕОМ, а саме на мові програмування Fortran. Розрахунки, які проведені на ПЕОМ є досить точними та збігаються з розрахунками проведеними вручну.
- було зроблено розрахунок на міцність ексцентрикового валу дробарки та обчислено діаметр найбільш небезпечного перерізу валу;
- за результатами числового аналізу НДС вузла підвісу маятника встановлено, що:

					ЛП51(2).053116.01-70ДП	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. зусилля в 0,405 МН, що прикладається до щоби дробарки, забезпечує дроблення кульки вапняка, запас міцності окремих частин якої менше 0,5;

2. при цьому запас міцності конструкції вузла дробильної камери щокрової дробарки ставить понад 1,25, що повинно забезпечити надійну і тривалу його експлуатацію, який спроектовано за заявкою № u201903683 [25].

В процесі розробки технологічного процесу виготовлення кришки підшипника були виконані наступні пункти:

- розглянуто призначення кришки підшипника, клас деталі та її конструктивні особливості;
 - проаналізована технологічність кришки та її заготовки;
 - призначено спосіб виготовлення деталі та розроблено її ескіз;
 - розроблено маршрутні, операційні карти та карти ескізів виготовлення кришки підшипника;
 - підібрано необхідні види та моделі металорізальних верстатів;
 - підібрано пристосування для свердління отворі, наведено її опис принципу роботи і розрахунок та виконано креслення на аркуші формату А2.
- Підготовлено та опубліковано відповідно до теми бакалаврського дипломного проекту тези .

					ЛП51(2).053116.01-70ДП	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел та матеріалів

1. Оцінка показників якості одержання портландцементу для дорожньої галузі на «ПАТ Івано-Франківськцемент» [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://megapredmet.ru/1-29241.html>.
2. Технология производства цемента "сухим способом" [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.xn--80aarahqsj9bza1.xn--80ao21a/tehnology/>.
3. Дробарки зі складним рухом рухомої щоки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://studopedia.com.ua/1_279071_drobarki-iz-skladnim-ruhom-ruhomoi-shchoki.html5.
4. Дробарка. Види дробарок. [Електронний ресурс] // ЕНЦИКЛОПЕДІЯ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ – Режим доступу до ресурсу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-181-2/36.htm>.
5. ЩОКОВІ ДРОБАРКИ - ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ [Електронний ресурс] // Домашній затишок. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.hoboetc.com/domashniy-uyut/5306-schekovye-drobilki-obschaya-informaciya.html>.
6. ЩОКОВІ ДРОБАРКИ [Електронний ресурс] // Будівельна техніка (довідник). – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://budtehnika.pp.ua/998-schokov-drobarki.html>.
7. ДРОБИЛЬНІ МАШИНИ [Електронний ресурс] // Будівельна техніка (довідник). – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://budtehnika.pp.ua/560-drobiln-mashini.html>.
8. Розрахунки основних процесів, машин та апаратів хімічних виробництв: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І. В. Коваленко, В. В. Малиновський. – К.: Норіта-плюс, 2007. – 216 с.: іл. – Бібліогр.: С. 209.
9. Опис до пат. №(19) RU (11) 2 365 412 (13) С1 МПК В02С 1/04 (2006.01) Щока дробарки / Тарасов Юрий Дмитриевич (RU), Габов Виктор Васильевич (RU)/ 2008117738/03, 04.05.2008, 27.08.2009

					ЛП51(2).053116.01-70ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Опис до пат. №(19) RU (11) 2 272 671 (13) C2МПК В02С 1/04 (2006.01) Щока дробарки / Лещинский Александр Валентинович (RU),Секисов Геннадий Валентинович (RU),Шевкун Евгений Борисович (RU)/ 2004114056/03, 06.05.2004, 27.03.2006

11. Опис до пат. №(19) RU (11) 2 633 396 (13) U1 МПК В02С 1/02 (2006.01) Вібраційна плита/ Шегельман Илья Романович (RU),Васильев Алексей Сергеевич (RU),Щукин Павел Олегович (RU)/ 2016108474, 09.03.2016 , 14.09.2017

12. Опис до пат. №(19) RU (11) 135 272 (13) U1 МПК В02С 1/10 (2006.01) Рифлена футеровка щік/ Кольга Анатолий Дмитриевич (RU),Айбашев Дилмурод Маматхалилович (RU)/ 2013135208/13, 26.07.2013 , 10.12.2013

13. Опис до пат. № CN 108624825 А МПК C22C 38/38(2006.01) Процесс производства дробарки щелепной пластины с литыми цвяхами/ Shandong Shuooyuan Co.(CN)/ 201810398021.1, 2018.04.28.

14. Опис до пат. № RU 2369438 С1 МПК В02С 1/10(2006.01) Дробильная плита щоковой дробарки/ Соколов Георгий Андреевич (RU), Рубина Ольга Федоровна (RU)/ 2008105783/03, 19.02.2008.

15. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: Учебник для строительных вузов. / В. А. Бауман, Б. В. Клушанцев, В. Д. Мартынов.— 2-е изд., перераб. —М.: Машиностроение, 1981. — 324 с., ил.

16. Измельчение в химической промышленности. / Сиденко П. М. Изд. 2-е, перераб. М., «Химия», 1977 г.368 стр., 63 табл., 279 рис.

17. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации/ Б. В. Клушанцев, А. И. Косарев, Ю. А. Муйзем- нек.—М.: Машиностроение, 1990. — 320 с.: ил.

18. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб, пособие для техникумов. / Шейнблит А, Е. — М.: Высш, шк., 1991.—432 с.: ил.

19. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб, пособие для студентов вузов/М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин; под общ. ред. М. Ф.

					ЛП51(2).053116.01-70ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Михалева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отдние, 1984. — 301 с., ил. В пер.- 1 р. 10 к.

20. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: учебное пособие. / В. Я. Борщев Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. 75с.

21. Механическое оборудование предприятий стройиндустрии: учеб. пособие / М.Ю. Абдулханова, А.М. Колбасин, В.И. Марсов. – М.: МАДИ, 2014. – 120 с .

22. Механіка суцільних середовищ. Теоретичні основи навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів» / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 290 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 21.06.2018 р.) <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23917>

23. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів» / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 391 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 21.06.2018 р.) <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23916>

24. Dessault systemes SolidWork corporation, «Основные элементы SolidWorks» Уклад.: Dessault systemes S.A.,1995–2009. –32–240 с.

25. Ansys simulation Driven Product Development // Режим доступа: <http://www.ansys.com>.

					ЛП51(2).053116.01-70ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26. Заявка u201903683, МПК(2019.01) B02C 15/08. Рухома щока шокової дробарки / В. Ю. Щербина, І. О. Мікульонок, А. Я. Карвацький, О. Д. Шелюк ; заявник – КПІ ім. Ігоря Сікорського; дата подання 10.04.2019.

27. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. / Горбачев А.Ф., Шкред В.А. — 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. — М.: ООО ИД «Альянс», 2007. — 256 с.

28. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправл. и доп. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1975 г. 656 с.

29. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005. - 736 с.: ил.

					ЛП51(2).053116.01-70ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток
до дипломного проекту
на тему:
«Дробарка шокова зі складним хитанням щоки
з модернізацією щоки»

Київ

2019

[illegible]

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіль- кість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ЛП51(2).053115.001-70ТС	Технологічна лінія		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Бункер вапна	1	
		2		Щокова дробарка	1	
		3		Молоткова дробарка	1	
		4		Бункер глини	1	
		5		Валкова дробарка	1	
		6		Об'єднаний склад сировини	1	
		7		Млин «Аэрофол»	2	
		8		Циклоно-осаджувач	1	
		9		Проміжний силос	1	
		10		Сепаратор	1	
		11		Млин	1	
		12		Гомогенизационный силос	1	
		13		Запасний силос	1	
		14		Піч	1	
		15		Холодильник	1	
		16		Склад клінкеру і добавок	1	
		17		Млин		
		18		Цементний силос		
				ЛП51(2).053115.001-70СП		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Технологічна лінія виробництва портландцементу сухим способом	
Розроб.	Шелюк О.Д.					
Перев.	Карвацький А.Я.					
Курівник						
Н.Конт.						
Затв.	Гондляр О.В.				КПІ ім.І. Сікорського	
					Літ.	Аркуш
						Аркушіє
						1

[illegible]

Програма розрахунку FORTRAN

Program diploma

! Input data

real E,sig,ro,mu,f,Pro,D,ad,S,ae,alpha

!data0

data E/2.e4/,ro/2.1/,mu/0.36/,f/0.35/,Pro/80./,D/0.34/,ad/0.10/,ae/12.e-3/,alpha/20./

! Input data manually

WRITE(*,*)'*****INPUT DATA*****'

!WRITE(*,*)'E= '

!READ(*,*)E

WRITE(*,*)'sig= '

READ(*,*)sig

!WRITE(*,*)'ro= '

!READ(*,*)ro

!WRITE(*,*)'mu= '

!READ(*,*)mu

!WRITE(*,*)'f= '

!READ(*,*)f

!WRITE(*,*)'Pro= '

!READ(*,*)Pro

!WRITE(*,*)'D= '

!READ(*,*)D

!WRITE(*,*)'ad= '

!READ(*,*)ad

WRITE(*,*)'S= '

READ(*,*)S

!WRITE(*,*)'ae= '

!READ(*,*)ae

!WRITE(*,*)'alpha= '

!READ(*,*)alpha

! Calculation

an=sqrt(tan(alpha)/S)

b=Pro*tan(alpha)/3600/an/mu/ad/S/ro

Pv=Pro/ro

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B=1.2*D$$

$$a=a_d-0.5$$

$$H=(B-a)/\tan(\alpha)$$

$$AL=1.4*H/\cos(\alpha)$$

$$a_i=D/a_d$$

$$E_{TAy}=0.9$$

$$E_{TAd}=0.2$$

$$WN=\sigma^2*P_v*(a_i-1)/2.4/E/E_{TAy}/E_{TAd}$$

$$Q=2*WN/a_n/S$$

! Output data

WRITE(*,*) 'sig=', sig

WRITE(*,*) 'S=', S

WRITE(*,*) 'WN=', WN

WRITE(*,*) 'Q=', Q

WRITE(*,*) 'AL=', AL

WRITE(*,*) 'Performed Oleksandr Sheliuk'

PAUSE

STOP

END program diploma

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програма побудови 3D моделі AutoLISP

```
(defun c:Rebr()
  (setvar "CMDECHO" 0)(setvar "OSMODE" 0)
  (command "_ERASE" "_ALL" "")
  (command "_UCS" "_W")
  (command "_UCS" "_N" "_Y" 90)
  (setq h 777.0      V 1000.0 zsh 50.0); Щока
  (setq dh 50.0 dv1 100.0 dv2 60.0); Відстані до ребер від щоки
  (setq hR 18.0 LR (/ (- v dv1 dv2) 4)) ; Розмір Ребер
  (setq ZR1 10 ZR2 20 ZR3 40 ZR4 60)   ; Высота ребра
  (setq ZR1 20 ZR2 45 ZR3 85 ZR4 120)  ; Высота ребра
  (setq k1 21 k2 16 k3 11 k4 6)        ; Кількість ребер
  (setq bp '(0 0) pi05 (* pi 0.5))
  ; Щока
  (command "_LAYER" "_M" "SH" "_C" 4 "" "")
  (command "_PLINE" bp (polar bp 0 h) (list (+ (car bp) h) (+ (cadr bp) v)) (polar bp
pi05 v) "_c")
  (command "_extrude" (entlast) "" (- 0 zsh) 0); (command "_CHPROP" (entlast)
"" "_C" 4 "")
  (getint "0000")
  (command "_LAYER" "_M" "REB" "_C" 1 "" "")
  (rebro k1 ZR1 dv1)
  (rebro k2 ZR2 (+ dv1 LR))
  (rebro k3 ZR3 (+ dv1 LR LR))
  (rebro k4 ZR4 (+ dv1 LR LR LR))
  (command "_UCS" "_W")
  (command "_rotate" (ssget "_X" '((8 . "REB")))) (ssget "_X" '((8 . "SH"))) ""
bp 15)
  ;(rux)
  (princ)
)
;-----
(defun c:rux()
  (setvar "CMDECHO" 0)
  (command "_UCS" "_W")
  (setq ug1 5.0 shag 0 kl_ob 4)
```

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

```
(setq zokr '(-360 1100) rokr 177 rs1 60 rs2 100 Ldbl 500)
(command "_LAYER" "_M" "0" "")
(command "_LINE" zokr (polar zokr pi05 rokr) "") (setq osdb1 (entlast))
(command "_LAYER" "_M" "DBL" "_C" 52 "" "")
(command "_LAYER" "_OFF" "0" "")
(command "_CIRCLE" zokr rs1) (command "_extrude" (entlast) "" (- 0 h) 0) ;
```

Вал

```
(command "_CIRCLE" zokr rs2) (command "_extrude" (entlast) "" (- 0 Ldbl) 0)
; Дебаланс
```

```
(command "_MOVE" (entlast) "" bp (list 0 (- rs2 rs1) (*(- Ldbl h)0.5)))
(setq ug0 (angle bp zokr))
(while (< shag (* 360 kl_ob))
  (command "_ROTATE" (ssget "_X" '((8 . "DBL")))) osdb1 "" zokr ug1)
  (setq ug (angle bp (cdr (assoc '11 (entget osdb1)))))
  (setq workUG (- ug ug0))
  ;;; (save_bmp shag); Запис файлів
  (setq uggr (* (/ workUG pi) 180))
  (command "_rotate" (ssget "_X" '((8 . "REB")))) (ssget "_X" '((8 . "SH")))) "" bp
  (- uggr 0))
  (setq ug0 ug shag (+ shag ug1))
)
)
;-----
(defun rebro($k $ZR $LV)
  (setq L dh dx (/ (- h dh dh hr 1) (- $k 1))); 1 для виключення співпадань
  (while (<= L (- h dh))
    (command "_PLINE" bp (polar bp 0 hr) (list (+ (car bp) hr) (+ (cadr bp) lr)) (polar
bp pi05 lr) bp ""))
    (command "_move" (entlast) "" '(0 0 0) (list L $LV 0))
    (setq ug (/ 309.0 $ZR)) ; y = 124,68x-1,0056; 209 для hR=10
  ; (setq ug (/ 409.0 $ZR)) ; y = 124,68x-1,0056; 209 для hR=10
  ; (command "_extrude" (entlast) "" $ZR ug)
  (command "_extrude" (entlast) "" "_T" ug $ZR) ; Більш пізні
  ; (command "_CHPROP" (entlast) "" "_C" 1 "")
  (setq L (+ L dx)) ) )
```

					ЛП51(2).053116.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Вплив міцності перероблюваного матеріалу на значення потужності та максимального зусилля, що діє на щок дробарки зі складним хитанням щоки

Шелюк О.Д., Сідоров Д.Е., к.т.н., доцент

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Наведено приклад оцінювання впливу величини міцності матеріалу на показники потужності електродвигуна та максимального зусилля, що діє на щелепу дробарки щоківної зі складним хитанням щоки.

Щоківні дробарки – дробарки в яких матеріал подрібнюється під дією роздушування, розколення та часткового стирання в просторі між двома щоками при їх періодичному зближенні. Найважливіші технологічні параметри дробарки зі складним хитанням щоки це потужність приводу N , кВт, та максимальне зусилля Q , кН, що діє на щок [1].

На рис.1 наведена розрахована за методикою [2] залежність потужності електродвигуна N , та значень величини максимального зусилля Q , від значень границі міцності на стиснення перероблюваного матеріалу σ , Н/м². Прийняті значення: модуль пружності $2 \cdot 10^4$, МН/м², об'ємна маса $2,1$ т/м³, коефіцієнт розпушування $0,36$, коефіцієнт тертя $0,35$, масова продуктивність 80 т/год, середній діаметр вхідного продукту $0,34$ м, середній діаметр вихідного продукту $0,1$ м, ексцентриситет $1,2 \cdot 10^{-2}$ м.

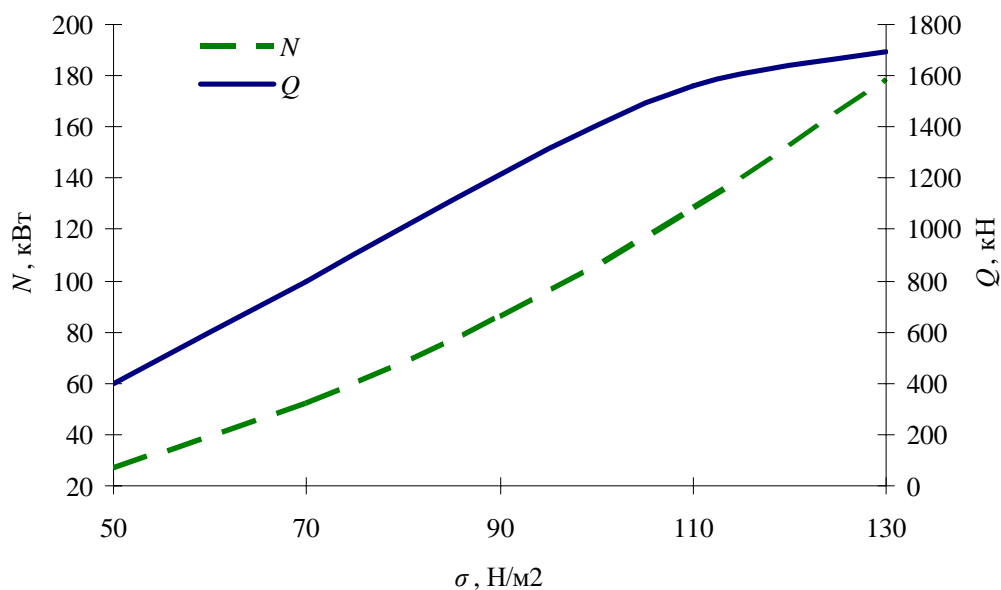


Рис.1. Залежність максимального зусилля, що діє на щелепу, та потужності електродвигуна від значень границі міцності перероблюваного матеріалу

Вплив зростання значень σ на потужність N послідовно знижується, тоді, як на зусилля Q – послідовно зростає.

Література

1. Техніко-економічне обґрунтування модернізації щоківної дробарки Коваленко, І.В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв.: навч. посібник [Текст] / І.В. Коваленко, В.В. Малиновський.- К.: «Воля-Інрес», 2006. –100 с.
2. Сідоров Д.Е. основи інженерних розрахунків наПЕОМ. Програмування алгоритмічною мовою Фортран. 2-ге вид. Навч.посіб. / Д.Е. Сідоров, І.О. Казак. – К.: «Центр учбової літератури», 2016 – 185 с.

Удосконалення рухомої щоки щокрової дробарки

Шелюк О.Д., студ.; Щербина В.Ю., доц., д.т.н., Карвацький А.Я., проф., д.т.н.,
Мікульонок І.О., проф., д.т.н.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано удосконалені конструкції рухомої щоки щокрової дробарки, які забезпечують високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щоки, під час його просування в камері дроблення.

У хімічній, гірничорудній промисловості і промисловості будівельних матеріалів широкого поширення набули щокрові дробарки, які характеризуються високою продуктивністю та універсальністю [1, 2].

Авторами запропоновано конструкції рухомої щоки щокрової дробарки, які істотно збільшують ефективність дроблення, а також надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками [3, 4].

У першому випадку [3] рухома щока щокрової дробарки виконана у вигляді плити 1 з отвором 2 у верхній частині 3 для її підвісу на ексцентриковому валу (не показано) та спорядженою поздовжніми виступами 4 на плоскій робочій поверхні 5. Виступи 4 по довжині щоки розташовано на ділянках 6–8, у межах кожної з яких виступи 4 виконано однаковими, еквівалентна (середня) висота H виступів 4 і крок їх t розташування по ширині щоки на кожній з ділянок 6–8 зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини 3 плити 1, при цьому щонайменше в межах однієї з ділянок 6–8 з боку верхньої частини 3 плити 1 висота h виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини 3 плити 1 (рис. 1).

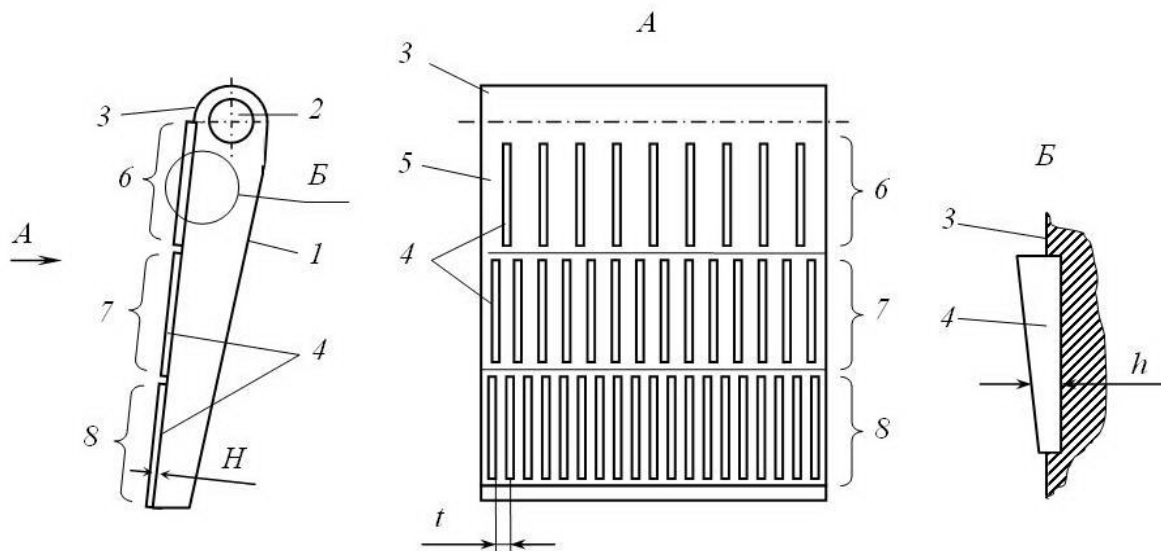


Рис. 1. Схема рухомої щоки щокрової дробарки [1]

Матеріал, що підлягає подрібнюванню, надходить у проміжок між рухомою й нерухомою щоками з боку верхньої частини 3 плити 1 рухомої щоки. У разі наближення рухомої щоки до нерухомої найбільші куски матеріалу внаслідок дії на них поздовжніх виступів 4 руйнуються на куски меншого розміру, які поступово просуваються від ділянки 6 до ділянки 7. На ділянці 7 менші куски попередньо подрібненого на ділянці 6 матеріалу піддаються дії відповідних виступів 4, розташованих з кроком t , меншим, ніж на ділянці 6. На ділянці 8 руйнування ще більш подрібненого матеріалу відбувається аналогічно.

Виконання виступів 4 у межах ділянки 6 з боку верхньої частини 3 плити 1 такими, що їхня висота h зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини 3 плити 1, забезпечує надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоклами.

У другому випадку [4] рухома щока щоклової дробарки виконана у вигляді плити 1 з отвором 2 у верхній частині 3 для її підвісу на ексцентриковому валу (не показано) та увігнутою робочою поверхнею 4, утвореною спорядженими дискретними виступами 5 плоскими ділянками 6–8. Виступи 5 плоских ділянок 6–8 робочої поверхні 5 плити 4 виконано поздовжніми з однаковим кроком t їх розташування в межах кожної з плоских ділянок 6–8, при цьому крок t розташування виступів 5 зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини 3 плити 1 (рис. 2).

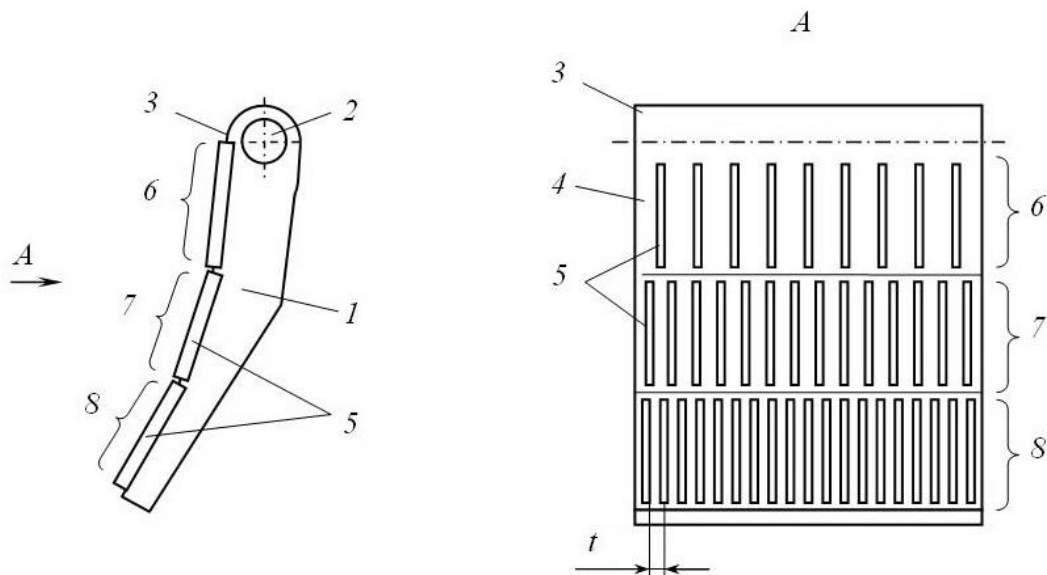


Рис. 2. Схема рухомої щоки щоклової дробарки [2]

Матеріал, що підлягає подрібнюванню, надходить у проміжок між рухомою й нерухомою щоклами з боку верхньої частини 3 плити 1 рухомої щоки. У разі наближення рухомої щоки до нерухомої найбільші куски матеріалу внаслідок дії на них поздовжніх виступів 5 руйнуються на куски меншого розміру, які поступово просуваються від ділянки 6 до ділянки 7. На ділянці 7 менші куски попередньо подрібненого на ділянці 6 матеріалу піддаються дії відповідних виступів 5, розташованих з кроком t , меншим, ніж на ділянці 6. На ділянці 8 руйнування ще більш подрібненого матеріалу відбувається аналогічно.

Виконання робочої поверхні 4 плити 1 увігнутою та утвореною плоскими ділянками 6–8 забезпечує надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоклами.

Пропоновані технічні рішення, нескладні у виготовленні та експлуатації, забезпечують високу ефективність руйнування найрізноманітніших матеріалів

Література

1. Мікульонюк І. О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології : підруч. Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 337 с.
2. Мікульонюк І. О. Механічні та гідромеханічні процеси, апарати і машини хімічної технології : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 172 с.
3. Заявка u201903683, МПК(2019.01) B02C 15/08. Рухома щока щоклової дробарки / В. Ю. Щербина, І. О. Мікульонюк, А. Я. Карвацький, О. Д. Шелюк ; заявник – КПІ ім. Ігоря Сікорського ; дата подання 10.04.2019.
4. Заявка u201903684, МПК(2019.01) B02C 15/08. Рухома щока щоклової дробарки / І. О. Мікульонюк, А. Я. Карвацький, В. Ю. Щербина, О. Д. Шелюк ; заявник – КПІ ім. Ігоря Сікорського ; дата подання 10.04.2019.

Рухома щока щоккової дробарки

Корисна модель належить до подрібнювального обладнання, зокрема до щоккових дробарок, і може бути використана в хімічній, гірничорудній промисловості і промисловості будівельних матеріалів.

Відома рухома щока щоккової дробарки, виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та плоскою робочою поверхнею [Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підручник. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. С. 21, рис. 1.5]. Недоліком цієї дробарки є відносно низькі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щоки. Крім того, плоска робоча поверхня потребує невеликого кута захоплення, що знижує продуктивність дробарки.

Найбільш близькою за технічною сутністю до пропонованого рішення є рухома щока щоккової дробарки, виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та спорядженою поздовжніми виступами на плоскій робочій поверхні [пат. Росії № 2369438С1, МПК B02C 1/10, опубл. 10.10.2009].

На відміну від аналога, що розглянуто, зазначена дробарка забезпечує підвищені контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку поздовжніх виступів плоскої робочої поверхні. Проте незмінність геометрії й кроку розташування виступів на плоскій робочій поверхнею щоки знижує ефективність дроблення матеріалу під час його просування між рухомою й нерухомою щоками.

В основу пропонованої корисної моделі покладено задачу вдосконалити рухому щоку щоккової дробарки, у якій її нове конструктивне виконання забезпечує високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щоки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками, що істотно збільшує ефективність дроблення, а також надійне втягування мате-

ріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками.

Поставлена задача вирішується тим, що в рухомій щопі щоквої дробарки, виконаній у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та спорядженою поздовжніми виступами на плоскій робочій поверхні, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що виступи по довжині щокки розташовано щонайменше на двох ділянках, в межах кожної з яких виступи виконано однаковими, еквівалентна висота виступів і крок їх розташування по ширині щокки на кожній з ділянок зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини плити, при цьому щонайменше в межах однієї ділянки з боку верхньої частини плити висота виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити.

Розташування виступів по довжині щокки щонайменше на двох ділянках, у межах кожної з яких виступи виконано однаковими, а еквівалентна висота виступів і крок їх розташування по ширині щокки на кожній з ділянок зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини плити, забезпечує високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щокки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками (через зменшення частинок матеріалу під час зазначеного просування між рухомою й нерухомою щоками). При цьому виконання виступів щонайменше в межах однієї ділянки з боку верхньої частини плити такими, що їхня висота зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити, забезпечує надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками (на ділянках, віддалених від верхньої частини плити це робити не обов'язково, оскільки матеріал, що перебуває між рухомою й нерухомою щоками з боку верхньої частини плити, унеможливорює викидання подрібнюваного матеріалу з робочої камери дробарки).

Сутність корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображено:

- на Фіг. 1 – схему конструкції рухомої щокки щоквої дробарки;
- на Фіг. 2 – вид А на Фіг. 1;
- на Фіг. 3 – виносний елемент Б на Фіг. 1.

Рухома щока щоквої дробарки виконана у вигляді плити 1 з отвором 2 у

верхній частині 3 для її підвісу на ексцентриковому валу (не показано) та спорядженою поздовжніми виступами 4 на плоскій робочій поверхні 5. Виступи 4 по довжині щок розташовано на ділянках 6–8, у межах кожної з яких виступи 4 виконано однаковими, еквівалентна (середня) висота H виступів 4 і крок їх t розташування по ширині щок на кожній з ділянок 6–8 зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини 3 плити 1, при цьому щонайменше в межах однієї з ділянок 6–8 з боку верхньої частини 3 плити 1 висота h виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини 3 плити 1 (Фіг. 1, 2).

Щокова дробарка із запропонованою рухомою щокою працює в такий спосіб.

Матеріал, що підлягає подрібнюванню, надходить у проміжок між рухомою й нерухомою щокками з боку верхньої частини 3 плити 1 рухомої щокки. У разі наближення рухомої щокки до нерухомої найбільші куски матеріалу внаслідок дії на них поздовжніх виступів 4 руйнуються на куски меншого розміру, які поступово просуваються від ділянки 6 до ділянки 7. На ділянці 7 менші куски попередньо подрібненого на ділянці 6 матеріалу піддаються дії відповідних виступів 4, розташованих з кроком t , меншим, ніж на ділянці 6. На ділянці 8 руйнування ще більш подрібненого матеріалу відбувається аналогічно.

Виконання виступів 4 у межах ділянки 6 (див. Фіг. 1, 3) з боку верхньої частини 3 плити 1 такими, що їхня висота h зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини 3 плити 1, забезпечує надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щокками.

Пропонована корисна модель, нескладна у виготовленні та експлуатації, забезпечує високу ефективність руйнування найрізноманітніших матеріалів.

Заявник: Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Проректор з наукової роботи

М.Ю. Ільченко

Формула корисної моделі

Рухома щока щокової дробарки, виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та спорядженою поздовжніми виступами на плоскій робочій поверхні, яка **відрізняється** тим, що виступи по довжині щоки розташовано щонайменше на двох ділянках, в межах кожної з яких виступи виконано однаковими, еквівалентна висота виступів і крок їх розташування по ширині щоки на кожній з ділянок зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини плити, при цьому щонайменше в межах однієї ділянки з боку верхньої частини плити висота виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити.

Заявник: Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Проректор з наукової роботи

М.Ю. Ільченко

Реферат

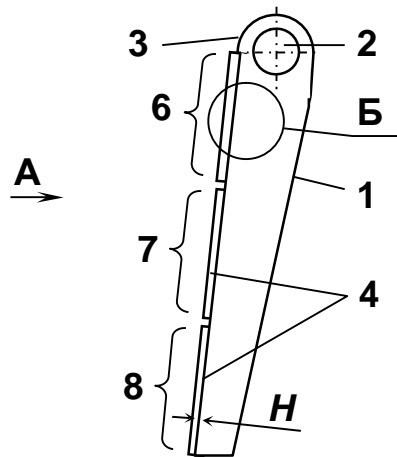
Рухома щока щоквої дробарки

Корисна модель належить до подрібнювального обладнання, зокрема до щоквих дробарок, і може бути використана в хімічній, гірничорудній промисловості і промисловості будівельних матеріалів.

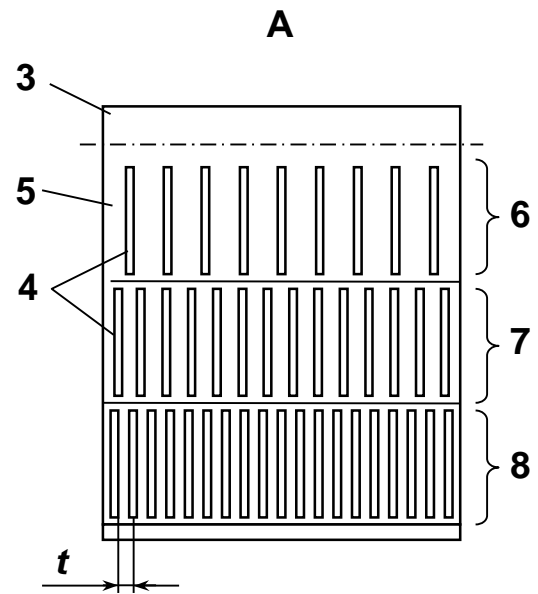
Щока дробарки виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та спорядженою поздовжніми виступами на плоскій робочій поверхні. Виступи по довжині щоки розташовано щонайменше на двох ділянках, в межах кожної з яких виступи виконано однаковими, еквівалентна висота виступів і крок їх розташування по ширині щоки на кожній з ділянок зменшуються в напрямку віддалення від верхньої частини плити, при цьому щонайменше в межах однієї ділянки з боку верхньої частини плити висота виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити.

Забезпечуються високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щоки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками, що істотно збільшує ефективність дроблення, а також надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками.

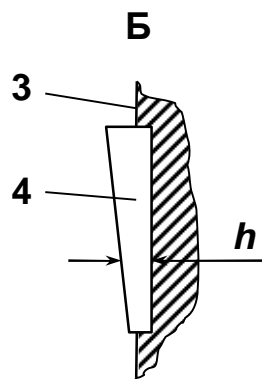
1 н. п. ф-ли; 3 іл.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Рухома щока щокрової дробарки

Корисна модель належить до подрібнювального обладнання, зокрема до щоккових дробарок, і може бути використана в хімічній, гірничорудній промисловості і промисловості будівельних матеріалів.

Відома рухома щока щокрової дробарки, виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та плоскою робочою поверхнею [Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підручник. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. С. 21, рис. 1.5]. Недоліком цієї дробарки є відносно низькі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щоки. Крім того, плоска робоча поверхня потребує невеликого кута захоплення, що знижує продуктивність дробарки.

Найбільш близькою за технічною сутністю до пропонованого рішення є рухома щока щокрової дробарки, виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та увігнутою робочою поверхнею, утвореною щонайменше двома спорядженими дискретними виступами плоскими ділянками [пат. України № 40933U, МПК B02C 1/00, опубл. 27.04.2009].

На відміну від аналога, що розглянуто, зазначена дробарка забезпечує підвищені контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку поздовжніх виступів плоскої робочої поверхні. Проте незмінність геометрії й кроку розташування виступів на робочій поверхні щоки знижує ефективність дроблення матеріалу під час його просування між рухомою й нерухомою щоками.

В основу пропонованої корисної моделі покладено задачу вдосконалити рухому щоку щокрової дробарки, у якій її нове конструктивне виконання

забезпечує високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку робочої поверхні щоки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками, що істотно збільшує ефективність дроблення.

Поставлена задача вирішується тим, що в рухомій щоці щоккової дробарки, виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та увігнутою робочою поверхнею, утвореною щонайменше двома спорядженими дискретними виступами плоскими ділянками, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що виступи плоских ділянок робочої поверхні плити виконано поздовжніми з однаковим кроком їх розташування в межах кожної з плоских ділянок, при цьому крок розташування виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити.

Виконання виступів плоских ділянок робочої поверхні плити поздовжніми з однаковим кроком їх розташування в межах кожної з плоских ділянок, а також зменшення кроку розташування виступів в напрямку віддалення від верхньої частини плити забезпечує високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку плоскої робочої поверхні щоки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками (через зменшення розміру частинок матеріалу під час зазначеного просування між рухомою й нерухомою щоками). При цьому виконання робочої поверхні плити увігнутою та утвореною щонайменше двома плоскими ділянками забезпечує надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками.

Сутність корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображено:

- на Фіг. 1 – схему конструкції рухомої щоки щоккової дробарки;
- на Фіг. 2 – вид А на Фіг. 1.

Рухома щока щоккової дробарки виконана у вигляді плити 1 з отвором 2 у верхній частині 3 для її підвісу на ексцентриковому валу (не показано) та увігнутою робочою поверхнею 4, утвореною спорядженими дискретними виступами 5 плоскими ділянками 6–8. Виступи 5 плоских ділянок 6–8 робочої поверхні 5 плити 4 виконано поздовжніми з однаковим кроком t їх розта-

шування в межах кожної з плоских ділянок 6–8, при цьому крок t розташування виступів 5 зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини 3 плити 1 (Фіг. 1, 2).

Щокова дробарка із запропонованою рухомою щокою працює в такий спосіб.

Матеріал, що підлягає подрібнюванню, надходить у проміжок між рухомою й нерухомою щоками з боку верхньої частини 3 плити 1 рухомої щоки. У разі наближення рухомої щоки до нерухомої найбільші куски матеріалу внаслідок дії на них поздовжніх виступів 5 руйнуються на куски меншого розміру, які поступово просуваються від ділянки 6 до ділянки 7. На ділянці 7 менші куски попередньо подрібненого на ділянці 6 матеріалу піддаються дії відповідних виступів 5, розташованих з кроком t , меншим, ніж на ділянці 6. На ділянці 8 руйнування ще більш подрібненого матеріалу відбувається аналогічно.

Виконання робочої поверхні 4 плити 1 увігнутою та утвореною плоскими ділянками 6–8 забезпечує надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками.

Пропонована корисна модель, нескладна у виготовленні та експлуатації, забезпечує високу ефективність руйнування найрізноманітніших матеріалів.

Заявник: Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Проректор з наукової роботи

М.Ю. Ільченко

Формула корисної моделі

Рухома щока щоквої дробарки, виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та увігнутою робочою поверхнею, утвореною щонайменше двома спорядженими дискретними виступами плоскими ділянками, яка **відрізняється** тим, що виступи плоских ділянок робочої поверхні плити виконано поздовжніми з однаковим кроком їх розташування в межах кожної з плоских ділянок, при цьому крок розташування виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити.

Заявник: Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Проректор з наукової роботи

М.Ю. Ільченко

Реферат

Рухома щока щоккової дробарки

Корисна модель належить до подрібнювального обладнання, зокрема до щоккових дробарок, і може бути використана в хімічній, гірничорудній промисловості і промисловості будівельних матеріалів.

Пропонована рухома щока виконана у вигляді плити з отвором у верхній частині для її підвісу на ексцентриковому валу та увігнутою робочою поверхнею, утвореною щонайменше двома спорядженими дискретними виступами плоскими ділянками. Виступи плоских ділянок робочої поверхні плити виконано поздовжніми з однаковим кроком їх розташування в межах кожної з плоских ділянок, при цьому крок розташування виступів зменшується в напрямку віддалення від верхньої частини плити.

Забезпечується високі контактні напруження, що діють на подрібнюваний матеріал з боку робочої поверхні щоки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками, що істотно збільшує ефективність дроблення.

1 н. п. ф-ли; 2 іл.

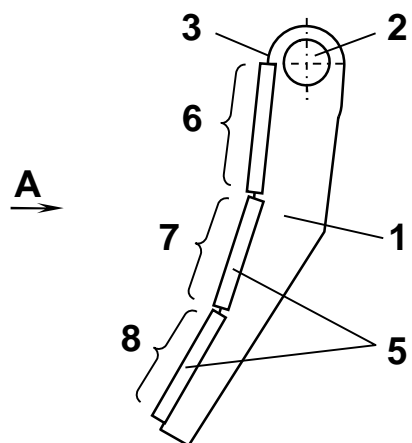


Fig. 1

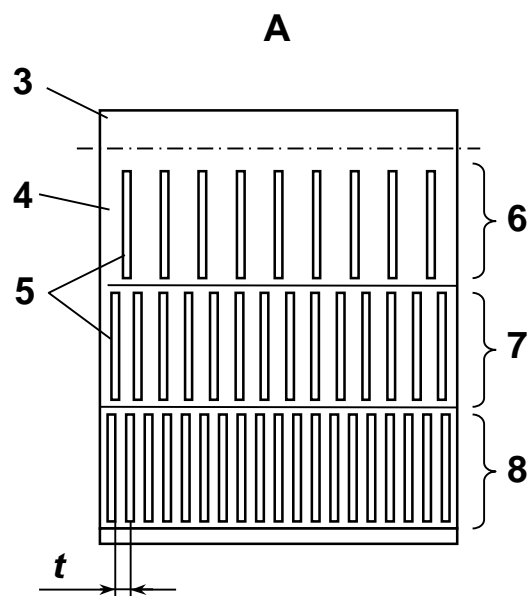


Fig. 2